

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС НАСОСА»**

Дипломный проект  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 764

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации  
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС

\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС НАСОСА»**

Пояснительная записка к дипломному проекту  
по направлению 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 764

Исполнитель

студент гр. ЗТО- 404С

Коньков Н.С

Руководитель

доцент, к.т.н.

Мирошин Д.Г

Екатеринбург 2017

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит: 111 листов машинописного текста, 4 иллюстрации, 37 таблиц, 24 источника литературы, 5 приложений, 6 листов чертежей и плакатов.

Ключевые слова: ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ.

В проекте разрабатывается технологический процесс обработки детали «Корпус насоса» с применением обрабатывающего центра HERMLE C32(5ax).

В технологической части разработанного проекта определяется тип производства, производится выбор метода получения заготовки, разрабатывается технологический процесс механической обработки детали, рассчитываются режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, подбирается современный режущий инструмент, разрабатывается фрагмент управляющей программы.

В экономической части выполняется расчёт затрат на обработку детали «Корпус насоса» по разработанному технологическому процессу.

В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и разработаны методические рекомендации повышения квалификации токарей-расточников 5разряда на «Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ» 4-го разряда.

					ДП 44.03.04.764 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Коньков Н.С			Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус насоса»	Лит.	Лист	Листов	
Пров.		Мирошин Д.Г					3	111	
Реценз.						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО каф.ТМС, гр. ЗТО-404С			
Н. Контр.		Суриков В.П							
Утв.		Бородина Н.В							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	8
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	8
1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	17
2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления.....	17
2.2. Выбор технологических баз.....	19
2.3. Составление технологического маршрута обработки детали.....	20
2.4. Выбор средств технологического оснащения.....	23
2.5. Расчет припусков на механическую обработку.....	30
2.6. Расчет режимов резания.....	32
2.7. Расчет технических норм времени .....	34
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	37
3.1. Общие принципы построения УП.....	38
3.2. Позиционная многокоординатная обработка .....	43
3.3. Непрерывная многоосевая обработка .....	46
3.4. Последовательность подготовки УП.....	47
3.5. УП на деталь «Корпус насоса» .....	48
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	50
4.1. Описание предмета экономического обоснования.....	50
4.2. Определение капитальных вложений .....	51
4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	54
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь-расточник»	65
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	68
5.3. Анализ рабочей программы.....	72

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата					
									Лист
					ДП 44.03.04.764 ПЗ				4

5.4. Разработка урока теоретического обучения .....	75
Заключение .....	84
Список использованных источников .....	85
Приложение А. Лист задания на проектирование.....	88
Приложение Б. Перечень листов графических документов .....	89
Приложение В. УП на обрабатывающий центр Hermle C32(5ax) для детали «Корпус насоса» .....	90
Приложение Г. Фрагмент учебной программы .....	98
Приложение Д. Технологический процесс механической обработки детали «Корпус насоса» .....	103

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										5

## ВВЕДЕНИЕ

В дипломном проекте необходимо спроектировать технологический процесс изготовления детали «Корпус насоса».

Корпусные детали машин представляют собой детали, содержащие систему отверстий и плоскостей, координированных друг относительно друга. Корпусные детали служат для монтажа различных механизмов машин. В соответствии с этим корпусные детали должны обладать необходимой точностью, жесткостью и виброустойчивостью конструкции, что обеспечивает требуемое относительное положение соединяемых деталей и узлов, правильность работы механизмов и отсутствие вибрации.

Деталь «Корпус насоса» имеет геометрическую форму повышенной сложности с большим количеством точно обрабатываемых поверхностей и допусков взаимного расположения. Годовая программа выпуска деталей 3000 штук в год.

Целью дипломного проекта является проектирование технологического процесса детали «Корпус насоса», посредством применения решений по выбору оборудования, режущего и мерительного инструмента, методов получения заготовки. Этот выбор осуществляется на основании технико-экономических расчетов, что дает возможность предложить оптимальный вариант.

Таким образом, основной задачей в данном проекте является выбор наиболее эффективных металлорежущих станков, соответствующих по типоразмерам и техническим возможностям заданным производственным условиям; подходящего метода получения заготовки, удовлетворительных режимов резания.

Для решения данных задач в проекте предлагается применение прогрессивного оборудования (обрабатывающий центр с ЧПУ).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										6

Станки с ЧПУ, позволяют значительно повысить точность, производительность и экономичность обработки.

Автоматизация процесса обработки, концентрация операций, возможность реализации сложных пространственных перемещений инструмента, быстрая переналаживаемость оборудования - все эти факторы приводят к снижению трудоемкости обработки деталей; в несколько раз повышается производительность труда, сокращается длительность производственного цикла, повышается качество продукции, уменьшается потребность в производственных площадях, в высококвалифицированных рабочих. Кроме того, применение станков с ЧПУ дает такие неоспоримые преимущества, такие как повышение культуры производства и улучшение условий труда.

Инов. № подл.	Подпись и дата				Инов. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
<div> <div> <div>Изм</div> <div>Лист</div> <div>№ документа</div> <div>Подпись</div> <div>Дата</div> </div> <div>ДП 44.03.04.764 ПЗ</div> <div> <div>Лист</div> <div>7</div> </div> </div>									

## 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Исходными данными для проектирования технологического процесса механической обработки детали «Корпус насоса» являются рабочий чертеж со всеми необходимыми техническими требованиями и годовая программа выпуска, которая составляет 3000 деталей в год.

### 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Рассматриваемая деталь «Корпус насоса» (рис.1) относится к типу корпусных. Деталь используется в насосе прямого действия для переключения клапанов. В детали размещены два поршня, которые управляются золотниковым устройством. Управляющее давление от золотника подается в одну из полостей детали и поршень, связанный с клапаном насоса открывается, обеспечивая подачу рабочего тела в поршневую часть силового поршня, второй поршень обеспечивает сброс рабочего тела с полости второго силового поршня насоса. Поочередное переключение поршней обеспечивает непрерывную работу насоса.

Масса детали составляет 0,37 кг, а габаритные размеры 38×78×98 мм.

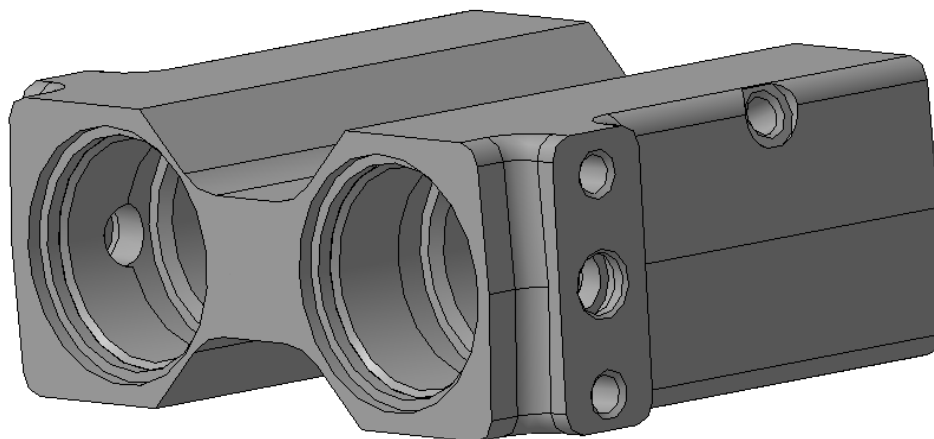


Рисунок 1 - Деталь «Корпус насоса»

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
											8



Технические условия на деталь:

1. Закалить и состарить по ПИ 1.2.255-83.
2. Штамповка - 3 группа - Т1 ОСТ1 90073-85 - по ОСТ1 41187-78 кл. 6.
3. Штамповочные уклоны -3°; неуказанные штамповочные радиусы- 3 мм.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей - по ОСТ 1 00022-80.
5. Фаски, сбеги и недорезы резьб - по ОСТ 1 00010-81.
6. \*Размеры обеспеч. INSTR.
7. Испытать на прочность гидравлическим давлением  $(24,6^{+1})$  МПа  $((250^{+10})$  кгс/см<sup>2</sup>) в течение 5 мин.
8. Испытать на герметичность манометрическим методом компрессионным способом в течение 3 мин. давлением воздуха:  $(19,7^{+1})$  МПа  $((200^{+10})$  кгс/см<sup>2</sup>). Негерметичность не допускается.
9. Покрытие: Ан. Окс. нхр. Допускается частичное отсутствие покрытия на внутренних и глухих отверстиях.

10. Отверстие Ø26Н9 полировать после покрытия.

11. Маркировать Ч и клеймить К на бирке.

12. Степень очистки внутренних полостей детали должна быть не грубее класса чистоты по ГОСТ 17216-77. Контроль по чистоте моющей и ополаскивающей жидкости - по ОСТ 1 80336-86.

13. Деталь сдать с технологическим паспортом.

Проведя подробный анализ технических требований на изготовление детали по чертежу можно сформулировать основные технологические задачи, которые требуется решить при обработке детали.

Основной технологической задачей при обработке корпуса являются требования по обеспечению:

- точности размеров: отверстия Ø20Н9, Ø23,9Н9, Ø26Н9, Ø8h9 по – IT9; Ø7h10, Ø10Н10 по-IT10; Ø10,7Н11 по – IT11; Ø4 Н12, размера 2,6 Н12, размера 4,2 Н12; остальные размеры – IT14.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										9

- точности взаимного расположения: допуск торцового биения торцовой поверхности  $\varnothing 33$  относительно отверстий  $\varnothing 30,2$ ; M30;  $\varnothing 33$  не более 0,05 мм; допуск радиального биения отверстий  $\varnothing 26$ ,  $\varnothing 23,9$  относительно оси отверстия  $\varnothing 20$  не более 0,03 мм.

Требования к качеству поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей:

- шероховатость поверхности отверстия  $\varnothing 26h9$  Ra = 0,4 мкм;  $\varnothing 28$  Ra = 0,4 мкм;  $\varnothing 8h9$  Ra=0,8 мкм;  $\varnothing 20H9$  Ra = 0,8 мкм;  $\varnothing 23,9h9$  Ra=2,5 мкм; шероховатость остальных поверхностей Ra =6,3 мкм.

При разработке технологического маршрута обработки детали «Корпус насоса» ставятся следующие задачи:

- соблюдение всех технических требований при изготовлении детали по чертежу;
- выбор оптимального способа получения заготовки и его экономическое обоснование;
- использование современного многофункционального оборудования.

Материал детали – алюминиевый сплав АК6 ГОСТ 4784-97 [7]. Сплав обладает хорошими пластическими свойствами и хорошей обрабатываемостью, коррозионной стойкостью, а также важным показателем является относительно небольшая его цена, вследствие чего он получил широкое применение в машиностроении. Преимущественно этот сплав применяется для изготовления корпусных деталей и деталей со сложной формой.

Химический состав сплава АК6 приведен в таблице 1, основные физические и механические свойства в таблице 2.

Таблица 1 - Химический состав сплава АК6 ГОСТ 4784-97, %

Mn	Mg	Si	Cu	Fe	Ni	Zn	Прочие примеси
Алюминий Al				Примесей не более			
0,4-0,8	0,4-0,8%	0,7-1,2%	1,8-2,6%	0,7%	0,1%	0,3%	0,1%

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										10
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Таблица 2 - Механические свойства сплава АК6:

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_B$ , МПа	$\delta\%$	$\psi\%$	НВ
Не менее				
2800	420	10	11	100

## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Технологичностью конструкции изделия по ГОСТ 14.205 — 83 [6] называется совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению определенных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Таким образом, «целями отработки технологичности конструкции являются: повышение производительности труда; снижение затрат и сокращение времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия, обеспечение необходимого качества изделия» [3, стр.17].

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном.

Качественная оценка:

Обрабатываемые поверхности детали допускают вести обработку на проход; форма отверстий позволяет растачивать их на проход с одной стороны. Также деталь имеет свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям и достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности. Деталь не имеет резьбовых отверстий большого диаметра. Обеспечена достаточная жесткость детали, что не ограничивает режимы резания. В целом деталь технологична, допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Не технологичным в данной детали является отверстие, расположенное под углом 20 градусов. Обработка алюминиевого сплава АК6 не вызывает особой трудности и производится стандартными инструментами.

Подпись и дата	Инов. № дубл.	Взамен. инв. №	Подпись и дата	Инов. № подл.

обеспечение необходимого качества изделия» [3, стр.17].

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном.

Качественная оценка:

Обрабатываемые поверхности детали допускают вести обработку на проход; форма отверстий позволяет растачивать их на проход с одной стороны. Также деталь имеет свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям и достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности. Деталь не имеет резьбовых отверстий большого диаметра. Обеспечена достаточная жесткость детали, что не ограничивает режимы резания. В целом деталь технологична, допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Не технологичным в данной детали является отверстие, расположенное под углом 20 градусов. Обработка алюминиевого сплава АК6 не вызывает особой трудности и производится стандартными инструментами.

					ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Количественная оценка:

Для проведения количественного анализа рассмотрены следующие показатели технологичности: коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхностей.

1) Для определения коэффициента точности обработки ( $K_T$ ), необходимо рассчитать среднюю точность обработки детали:

$$T = \frac{\sum IT \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1)$$

где

$T_i$  – квалитет точности обрабатываемых поверхностей,

$n_i$  – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета,

$\sum IT \times n_i$  – произведение квалитета на количество размеров или поверхностей с данным квалитетом.

Для определения  $K_T$  показатели занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Показатели точности детали «Корпус»

$T_i$	$n_i$	$T_i \times n_i$	$T_i$	$n_i$	$T_i \times n_i$
9	8	72	6	11	66
12	4	48	10	2	20
11	2	22	14	12	168
				$\sum n_i = 39$	$\sum T_i \times n_i = 396$

Тогда средняя точность:

$$T = \frac{396}{39} = 10,15;$$

Коэффициент точности:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{10,15} = 0,9. \quad (2)$$

Чем выше показатель  $K_T$ , тем более технологична деталь. В данном случае  $K_T > 0,8$ . По этому показателю деталь технологична и обеспечение точности обрабатываемых поверхностей не представляет сложностей.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										12

2) Для определения коэффициента шероховатости обработки ( $K_{III}$ ), необходимо рассчитать среднюю шероховатость обработанных поверхностей:

$$III = \frac{\sum III \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (3)$$

где

$III_i$  – значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей данной детали,

$n_i$  – количество размеров или поверхностей данного параметра шероховатости,

$III_i \times n_i$  – произведение параметра шероховатости на количество размеров или поверхностей с данным параметром шероховатости.

Для определения  $K_{III}$  показатели занесены в таблицу 4.

Таблица 4 – Показатели шероховатости детали «Корпус»

$III_i$	$n_i$	$III_i \times n_i$	$III_i$	$n_i$	$III_i \times n_i$
0,4	4	1,6	2,5	7	17,5
0,8	4	3,2	3,2	7	22,4
1,6	4	6,4	12,5	3	37,5
				$\sum n_i=29$	$\sum T_i \times n_i=88,6$

Тогда средняя шероховатость:

$$III = \frac{88,6}{29} = 3,05;$$

Коэффициент шероховатости:

$$K_{III} = \frac{1}{III} = \frac{1}{3,05} = 0,32. \quad (4)$$

Чем больше  $K_{III}$ , тем сложнее изготовление детали, т.к.  $K_{III} \leq 0,32$ , то по этому показателю деталь технологична. Обеспечение шероховатости поверхностей не представляет трудности.

В результате проведённого анализа можно сделать вывод, что в целом конструкция детали технологична, большинство обрабатываемых поверхностей с точки зрения обеспечения точности и шероховатости не представляют технологических трудностей.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Инов. № подл.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						13

Деталь «Корпус насоса» может быть изготовлена на стандартном оборудовании с применением стандартного режущего инструмента и минимального количества специальных приспособлений.

### 1.3. Определение типа производства

Тип производства - это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска по [21, табл.5.8, стр.182].

При массе детали «Корпус» - 0,37кг и годовой программе выпуска деталей – 3000 шт., ориентировочно тип производства – среднесерийный.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121-84):

$K_{з.о.} \leq 1$  – массовое производство;

$1 < K_{з.о.} < 10$  - крупносерийное производство;

$10 < K_{з.о.} < 20$  - среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о.} < 40$  - мелкосерийное производство;

$40 < K_{з.о.}$  - единичное производство.

$K_{з.о.}$  определяется по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (5)$$

где

$\sum O$  - суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

$\sum P$  – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121-84):					
					$K_{з.о.} \leq 1$ – массовое производство;					
					$1 < K_{з.о.} < 10$ - крупносерийное производство;					
					$10 < K_{з.о.} < 20$ - среднесерийное производство;					
					$20 < K_{з.о.} < 40$ - мелкосерийное производство;					
					$40 < K_{з.о.}$ - единичное производство.					
					$K_{з.о.}$ определяется по формуле:					
					$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \tag{5}$					
					где					
					$\sum O$ - суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;					
					$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.					
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										14
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Окончательный расчет Кз.о следует выполнить после определения трудоемкости операций ( $T_{шт.(ш-к)}$ ) при расчете технических норм времени, в разработанном технологическом процессе.

Данные по технологическому процессу приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Данные по технологическому процессу

Операция	Тшт.	$m_p$	P	$n_{з-ф}$	O
Многоцелевая	38,5	0,64	1	0,66	1,13
	$\Sigma T_{шт}=38,5$		$\Sigma P = 1$		$\Sigma O=1,13$

Определение количества станков:

$$m_p = \frac{N \times T_{шт}}{60 \times F_o \times \eta_{зн}}, \quad (6)$$

где

N – годовая программа, N=3000 шт.,

Tшт. – штучное время;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования; для двухсменной работы  $F_d=4029$ ;

$\eta_{зн}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для среднесерийного производства  $\eta_{зн}=0,75-0,85$  [8, с. 34])

Для многоцелевой операции определено  $m_p$ , а результаты занесены в таблицу 1.2. Число рабочих мест путём округления до большего целого числа значения  $m_p$ .

Фактический коэффициент загрузки рабочего места:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (7)$$

где

$m_p$  – число станков

P – число рабочих

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										15

Определение  $\sum O$  для каждого рабочего места:

$$O = \eta^{3.H.} / \eta^{3.\phi}, \quad (8)$$

Определение коэффициента закрепления операций:

$$K_{30}=1,13/1=1,13$$

$$1 < 1,13 < 10$$

$1 < K_{3.0} < 10$  – характеристика крупносерийного производства.

Количество деталей в партии [5, стр.22].:

$$n = \frac{N \times a}{254}, \quad (9)$$

где

$a$  – периодичность запуска в днях, принято  $a=3$ ;

$N$  – годовая программа выпуска.

$$n = 3000 \times 3 / 254 = 36 \text{ шт.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										16



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

## 17

$$M_{n.p} = 0,37 \times 1,5 = 0,6 \text{ кг};$$

- получении заготовки из плиты – 1,1 кг.
- получении заготовки из прутка – 2,38 кг.

Как видно из расчёта, если получать заготовку методом штамповки можно сэкономить 0,5 – 1,78 кг сплава АК6 на каждой детали. Даже несмотря на возросшие затраты при производстве поковки (стоимость штампа и большую трудоёмкость изготовления), эти затраты окупятся за счёт экономии отнюдь не дешёвого материала, а также за счёт уменьшения объёма дальнейшей механической обработки. Коэффициент использования материала будет равен  $K_{им} = 0,37/0,6 = 0,62$ .

Штамповку цветных сплавов предпочтительней производить на прессах, т.к. молоты имеют большую скорость деформирования. При меньшей скорости – равномернее течет металл и, следовательно, меньше образуется дефектов на поверхности штамповок.

В качестве заготовки для детали «Корпус» выбрана штамповка, выполняемая на кривошипно-шатунном прессе КШПГ-1600.

Применение метода получения штамповок на горячештамповочных прессах целесообразно для заготовок массой от 0,1 кг. до 100 кг. Шероховатость получаемых данным методом заготовок  $Ra = (80...40) \mu\text{км}$ .

Необходимо провести экономический расчет заготовки детали «корпус», для сравнения определена стоимость заготовки, получаемой из плиты и штамповкой.

Стоимость заготовки определяется по формуле [21, стр.195]:

$$C_z = M \times C_m - M_o \times C_o + C_{зч} \times T_{шт} \times (1 + C_c / 100), \quad (11)$$

где

$M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_n$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки, р.;

$M_o$  – масса отходов материала, кг;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										18

$C_o$  – цена одного килограмма отходов, р.;

$C_{чз}$  – средняя часовая заработная плата основных работ по тарифу, р./чел.ч.;

$T_{шт}$  – штучное время черновой обработки, мин.;

$C_{ц}$  – цеховые накладные расходы.

Расчет  $C_3$  ведется на основании данных плано-экономического отдела (ПЭО) завода.

Стоимость получаемой заготовки из плиты:

$$C_3 = 1,1 \times 162 - 0,73 \times 34 + 49,3 \times 3,6 \times (1 + 0,8) = 473 \text{ р.}$$

Стоимость заготовки получаемой штамповкой:

$$C_3 = 0,6 \times 162 - 0,23 \times 34 + 49,3 \times 2,3 \times (1 + 0,8) = 293,5 \text{ р.}$$

Из проделанных расчетов видно, что себестоимость детали «Корпус» получаемой штамповкой, будет дешевле на 179 рублей, соответственно, изготавливать деталь с экономической точки зрения, выгоднее штамповкой.

Экономический эффект от применения паковки составит

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \times N, \quad (12)$$

где

$C_1, C_2$  – стоимость сопоставляемых заготовок;

$N$  – годовая программа выпуска.

$$\mathcal{E} = (473 - 293,5) \times 3000 = 538 \text{ тыс.р.}$$

## 2.2. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз определяет точность выполнения размеров, заданных на чертеже. Выбор баз зависит от рабочего чертежа детали со всеми необходимыми техническими требованиями и вида и точности заготовки.

Правильный выбор баз особенно важен при проектировании технологических процессов для станков с ЧПУ, работающих по принципу автоматического получения размеров.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	$\Xi=(C_1-C_2) \times N,$	(12)
					где	
					$C_1, C_2$ – стоимость сопоставляемых заготовок;	
					$N$ – годовая программа выпуска.	
$\Xi=(473-293,5)\times3000=538$ тыс.р.						
<b>2.2. Выбор технологических баз</b>						
<p>Выбор технологических баз определяет точность выполнения размеров, заданных на чертеже. Выбор баз зависит от рабочего чертежа детали со всеми необходимыми техническими требованиями и вида и точности заготовки.</p> <p>Правильный выбор баз особенно важен при проектировании технологических процессов для станков с ЧПУ, работающих по принципу автоматического получения размеров.</p>						

В проектируемом технологическом процессе планируется обрабатывать деталь «Корпус насоса» на обрабатывающем центре Hermle, предназначенном для высококачественной обработки деталей одновременно по 5 осям, при помощи наклонно-поворотного стола. В соответствии с этим планируется обработать деталь за один установ.

При механической обработке детали «Корпус насоса» плоскости противоположных поверхностей шириной 38мм остаются необработанными. Именно эти поверхности будут служить базой. Данные поверхности простой формы (плоскость), имеют большую площадь, не имеют следов литников. А заготовка, полученная штамповкой достаточно точная.

Но необходимо разработать оснастку для крепления заготовки на столе станка таким образом, чтобы можно было обработать деталь за один установ.

### 2.3. Составление технологического маршрута обработки детали

Существующий технологический процесс изготовления детали отсутствует.

Выбор типового технологического процесса позволяет определить один из наиболее рациональных вариантов решения основных технологических задач для рассматриваемой детали. Он может быть изменен с учетом конкретных особенностей детали. Пример типового технологического процесса для корпусных деталей приведен в п.5.3 [8, стр.118], п.1.3 [22, стр.94].

В данном технологическом процессе на первых операциях фрезеруется торцевая поверхность на вертикально-фрезерном станке. Далее, сверлильные операции, где сверлятся, зенкуются отверстия, нарезается резьба на радиально-сверлильном станке. Затем на плоскошлифовальном станке плоскость шлифуется окончательно. И заканчивается обработка подрезкой торца и расточкой отверстия на специальном расточном станке.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										20

Имеющийся типовой техпроцесс будет использован как основа для разработки нового техпроцесса детали корпус.

Для данной корпусной детали в условиях среднесерийного производства составлено два варианта обработки детали (табл.6; табл.7).

Таблица 6 – Технологический маршрут обработки детали, вариант 1

№ операции	Наименование операции	Примечание
005	Заготовительная	Штамповка
010	Контрольная	
020	Фрезерная	Вертикально-фрезерный
030	Сверлильная	Вертикально-сверлильный
040	Многоцелевая	Отделочно-расточный полуавтомат
050	Слесарная	
060	Контрольная	
070	Гальваническая	Получение покрытия
080	Полировальная	Отв. Ø26Н9
090	Контрольная	
100	Упаковывание	

Таблица 7 – Технологический маршрут обработки детали, вариант 2

№ операции	Наименование операции	Примечание
005	Заготовительная	Штамповка
010	Контрольная	
020	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Станок с ЧПУ
030	Слесарная	
040	Контрольная	
050	Гальваническая	Получение покрытия
060	Полировальная	Отв. Ø26Н9
070	Контрольная	
080	Упаковывание	

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										21

В первом варианте приняты следующие методы обработки детали: на первой операции выполняется фрезерная обработка торцов, по которым деталь будет базироваться на след. операциях; сверление и нарезание резьбы метчиком не технологичного отверстия, расположенного под углом 20 градусов проводится на вертикально-сверлильном станке, применив специальное приспособление; остальные поверхности обрабатываются на вертикальном отделочно-расточном полуавтомате 2А776В, предназначенном для отделочного растачивания и обтачивания цилиндрических поверхностей, подрезки внутренних и наружных торцов, врезания и калибровки канавок, расточки и обточки сопрягаемых конических и фасонных поверхностей вращения.

В втором варианте все станочные операции выполняются на станке с числовым программным управлением (ЧПУ), что в серийном производстве, характеризующимися большими затратами рабочего времени на выполнение вспомогательных операций, наиболее целесообразно для обработки корпусных деталей. Станки с ЧПУ, позволяют значительно повысить точность, производительность и экономичность обработки.

Автоматизация процесса обработки, концентрация операций, возможность реализации сложных пространственных перемещений инструмента, быстрая переналаживаемость оборудования - все эти факторы приводят к снижению трудоемкости обработки деталей; в несколько раз повышается производительность труда, сокращается длительность производственного цикла, повышается качество продукции, уменьшается потребность в производственных площадях, в высококвалифицированных рабочих. Кроме того, применение станков с ЧПУ дает такие неоспоримые преимущества, как повышение культуры производства и улучшение условий труда. Целесообразность применения станков с ЧПУ становится еще выше в условиях рыночных отношений, когда возрастает значение такого фактора как оперативность организации производства, когда конкуренция требует от предприятия гибкости и быстроты реорганизации производственного процесса.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										22

Из двух рассмотренных технологий обработки предпочтительной является вторая, так как требуется меньшее число станков, переустановов.

Выбрана вторая технология обработки.

Для детали «Корпус насоса» на операции 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ будет выполнено:

Переход 1-2: Обработка торцевых поверхностей в размер 78 и 98;

Переход 3-8: Зенкование отверстия Ø9 мм, сверление отверстия Ø5, Ø4 и Ø3,3 мм, нарезание резьбы М6-5Н6Н и М4-5Н6Н;

Переход 9-14: Сверление 4х отв. Ø6,8 мм, нарезание резьбы М8-5Н6Н в 4 отв., сверление отв. Ø3 мм, 2х отв. Ø18 мм, зенкование отв. диаметр Ø7Н10 мм, и Ø10Н10 мм.

Переход 15-23: Сверление отв. Ø33 мм, отв. Ø30,2 мм, отв. Ø28,5 мм, отв. Ø26Н9 мм, точение фаски Ø28 мм, точение фаски Ø30,2 мм, сверление отв. Ø26,2 мм, сверление отв. Ø31 мм, нарезание резьбы М30×1,5-5Н6Н в 2 отв.

Переход 24-28: Сверление 4х отв. Ø5 мм, нарезание резьбы М6-5Н6Н в 4х отв., сверление отв. Ø7,8 мм, растачивание отв. Ø8Н9, Ø10,7 мм.

Переход 29-30: Растачивание отв. Ø20Н9 мм, растачивание канавки Ø23,9Н9 мм.

## 2.4. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относят: технологическое оборудование, технологическую оснастку (в том числе инструменты и средства контроля) и средства механизации и автоматизации технологических процессов.

Перечень средств технологического оснащения приведен в таблице 8.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						23	

Таблица 8 – Перечень средств технологического оснащения

Операция	020 Многоцелевая
Станок	Обрабатывающий центр Hermle C32 (5ax)
Режущий инструмент	<p>Переход 1-2: Фреза Ø 50мм/40-R390-050Q22 Z=5 Пластина: R390-11T3 08E-NL (SANDVIK)</p> <p>Переход 3-8: Фреза Ø 6,0-Al-SEES 2060 Пластина TCGX 0902 02-Al (Dijet)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сверло Ø 3,3-219 DIN 340 H99 (GUHRING)</li> <li>- Сверло Ø 4,05-207 DIN 338 H99 (GUHRING)</li> <li>- Сверло Ø 5,0-207 DIN 338 H99 (GUHRING)</li> <li>- Метчик M4 P6M5 ГОСТ 3266-81</li> <li>- Метчик M6 P6M5 ГОСТ 3266-81</li> </ul> <p>Переход 9-14: Сверло Ø 6,8-207 DIN 338 H99 (GUHRING)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сверло Ø 3,0-207 DIN 338 H99 (GUHRING)</li> <li>- Сверло Ø 18-S0405-18,00/18,99-9520R7 (SECO)</li> <li>- Метчик M8 P6M5 ГОСТ 3266-81</li> </ul> <p>Переход 15-23: Фреза Т-обр.: Державка 32716B64EC-09 Пластина 327 R09-18 300 02-GM (SANDVIK)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фреза Ø 16 – 29 – TE90 AP 216-15-09tl</li> <li>- Пластина APCT 0913 PER-Al (TaeguTec)</li> <li>- Резьбофреза MT2020 E47 11W MT7 (SANDVIK)</li> <li>- Резец специальный BK4</li> </ul> <p>Переход 24-28: Сверло Ø 5,0-207 DIN 338 H99 (GUHRING)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сверло Ø 7,8-207 DIN 338 H99 (GUHRING)</li> </ul> <p>Переход 29-30: Резец для Ø20H9: R429.90-17-040-09 Al (Dijet)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Резец для Ø23,9H9: R429.U-A16-33080TP09A (Dijet)</li> </ul>
Мерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦ1-125-0.1, калибры гладкие, калибры резьбовые

Обрабатывающий центр Hermle C32-5ax представляет собой высокопроизводительный станок для комплексной обработки штампов, деталей коробчатой формы из стали, титана, сплавов легких металлов и других материалов, закреплённых на поворотном столе.

Станок обеспечивает высокую точность обработки как при 2,5-координатной обработке с позиционированием, так и при непрерывной многоосевой обработке. Обработка производится путём перемещения шпинделя станка по двум линейным координатам (оси Y и Z), перемещения стола станка по линейной оси X, а также по двум поворотным осям: A (поворот вокруг оси X) и C (поворот вокруг оси Z). Поворот по оси A возможен в диапазоне -15° до 110°. Диапазон вращения по оси C – N × 360.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										24
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						



Шпиндели на С32 имеют 4 диапазона частоты вращения и устройства зажима инструмента, что достаточно для выполнения самых разных технологических задач.

Горизонтальный обрабатывающий центр оснащен инструментальным магазином. Смена инструмента осуществляется с помощью манипулятора в автоматическом цикле. В стандартном исполнении инструментальный магазин станка имеет 36 гнезд и компактно встроен в станину станка. Загрузка магазина может осуществляться сбоку, для чего пульт управления можно отклонить в сторону.

Станок Hermle предназначен для высококачественной обработки деталей как на предприятиях, занятых крупносерийным производством, так и в небольших мастерских. На С32 можно обрабатывать заготовки весом до 1000 кг с высокой динамикой и одновременно по 5 осям, при помощи наклонно-поворотных столов с ЧПУ. На неподвижном зажимном столе можно крепить заготовки массой до 1500 кг, что идеально подходит для обработки по 3 осям крупногабаритных, громоздких и тяжелых деталей.

С 32 состоит из модулей красивой формы, причем высокотехнологичная модульная конструкция позволяет производить самое различное оборудование - от стандартного станка до гибкой производственной системы. Обрабатывающий центр можно транспортировать в сборе и устанавливать без фундамента. Удобный доступ к его узлам и агрегатам облегчают проведение работ по техническому обслуживанию.

С 32 может оснащаться двумя типами систем управления:

1. Heidenhain iTNC 530 HSCI

- TFT-дисплей 19 дюймов
- Клавишный блок с полной клавиатурой, интегрированным трекболом, гнездами Ethernet и USB
- Полностью цифровое устройство благодаря интерфейсам HSCI и EnDat

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										25

- Программирование открытым текстом Heidenhain с smart.NC или DIN/ISO

- Стандартные циклы сверления и фрезерования

- Циклы системы сканирования

- Произвольное контурное программирование

- Специальные функции для быстрой трехмерной обработки

- Автоматический расчет параметров резания

- Управление паллетами

- Опция программного обеспечения Kinematic Opt

- Измерительный цикл для повышения точности обработки на наклонно-поворотном столе

## 2. Siemens S 840 D sl

- TFT-дисплей 19 дюймов

- Клавишный блок с полной клавиатурой, дополнительной панелью с интегрированным трекболом, запираемым выключателем и клавишами, а также с гнездами USB и Ethernet

- Сплошная и гибкая концепция диагностики и сервиса

- Алгоритмы преобразования боковых поверхностей, 5-осевого преобразования и измерения технологических данных

- Опция программного обеспечения Kinematic Opt

- Измерительный цикл для повышения точности токарной обработки

- Управление инструментом для всех станков: HTDI

- Операционная панель управления

Фрезеровать детали из материала, трудно поддающегося обработке, можно в рекордное время и с исключительной точностью. И это - при полной автоматизации процессов, вплоть до включения станка в гибкие технологические системы, что обеспечивает максимальную точность и высокую его готовность к применению.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	с гнездами USB и Ethernet
					-      Сплошная и гибкая концепция диагностики и сервиса
					-      Алгоритмы преобразования боковых поверхностей, 5-осевого преобразования и измерения технологических данных
					-      Опция программного обеспечения Kinematic Opt
					-      Измерительный цикл для повышения точности токарной обработки
					-      Управление инструментом для всех станков: HTDI
					-      Операционная панель управления
					Фрезеровать детали из материала, трудно поддающегося обработке, можно в рекордное время и с исключительной точностью. И это - при полной автоматизации процессов, вплоть до включения станка в гибкие технологические системы, что обеспечивает максимальную точность и высокую его готовность к применению.
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	
					ДП 44.03.04.764 ПЗ
					Лист
					26

Hermle C32 имеет следующие свойства:

- большая рабочая зона по отношению к площади установки;
- большой диапазон угла поворота заготовки в рабочей зоне;
- эффективное использование всех перемещений рабочих органов станка;
- отсутствие скопления стружки на столе (наклон стола).

Техническая характеристика обрабатывающего центра Hermle C32 (рис.2) приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Техническая характеристика Hermle C32

Рабочая зона	Пути перемещения	Ось X	650 мм	
	Пути перемещения	Ось Y	650 мм	
	Пути перемещения	Ось Z	500 мм	
	Ускоренные ходы линейные (dynamic)	X-Y-Z	45-45-40 м/мин 60-60-60 м/мин	
	Ускорение линейное (dynamic)	X-Y-Z	6 [10] м/с <sup>2</sup>	
	Усилие подачи линейное	X-Y-Z	8500 Н	
Привод главного шпинделя	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	10000 об/мин 20 % ED	SK40/HSK A63 29 кВт /200 Нм	*
	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	15000 об/мин 20 % ED	SK40 20 кВт /180 Нм	
	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	18000 об/мин 20 % ED	HSK A 63 20 кВт/ 180 Нм	
	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	25000 об/мин 20 % ED	HSK A 63 29 кВт/ 100 Нм	
	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	42000 об/мин 20 % ED	HSK E 40 30 кВт/ 16 Нм	
Система управления	Heidenhain	iTNC530		*
	Siemens	Sinumerik 840 D sl		*
Устройство смены инструмента (Pick-up)	Количество гнезд в магазине	36 шт.		*
	Время от зажима до зажима*	ок. 4,5 сек.		
	*(Время от зажима до зажима согласно VDI 2852 лист 1, определяется при исполнении с 3-мя осями]			
	Макс. длина инструмента	300 мм		
	Макс. диаметр инструмента при свободных соседних гнездах	Ø 80 мм Ø 125 мм		
	Макс. загрузка магазина	144 кг		
Расширение емкости инструментального магазина	Дополнительный магазин	дополнительно 43 гнезда		
	Дополнительный магазин	дополнительно 87 гнезд		
	Дополнительный магазин	дополнительно 160 гнезд		
	Макс. диаметр инструмента в дополнительном магазине	Ø 80 мм		
	Макс. диаметр инструмента при свободных соседних гнездах	Ø 125 мм		
	Макс. масса инструмента	8 кг.		

Инов. № подл.	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 9

Варианты стола	<u>Наклонно поворотный стол с ЧПУ</u>	Ø650	Ø650	
	Поверхность зажима	Ø650x540мм	Ø650x540мм	
	Рабочий диаметр плиты стола	Ø650 мм	Ø650 мм	
	Диапазон поворота	± 130°	± 130°	
	Тип привода оси С	Червячный	С высоким пусковым моментом	
	Частота вращения оси качания А односторонний привод сдвоенный привод	25 об/мин	- 25 об/мин	
	Частота вращения оси С	30 об/мин	65 об/мин	
	Макс. нагрузка стола односторонний привод сдвоенный привод	600 кг	1000 кг	
	Т-образные пазы параллельные	7 шт. / 14 Н7	7 шт. / 14 Н7	
	<u>Наклонно-поворотный стол с ЧПУ</u>	Ø320	Ø320	
	Поверхность зажима	Ø320 мм	Ø320 мм	
	Диапазон поворота	± 130°	± 130°	
	Тип привода оси С	Червячный	С высоким пусковым моментом	
	Частота вращения оси качания А односторонний привод сдвоенный привод	25 об/мин	- 55 об/мин	
	Частота вращения оси С	40 об/мин	80 об/мин	
	Макс. нагрузка стола односторонний привод сдвоенный привод	300 кг	200 кг	
	Т-образные пазы параллельные	4 шт. / 14 Н7	4 шт. / 14 Н7	
	Т-образные пазы звездообразные	Ø450x360мм	-	
	Поверхность зажима	760 x 370 мм	760 x 370 мм	
	<u>Неподвижный зажимной стол</u>	900 x 665		
	Макс. нагрузка стола	1500 кг		
	Т-образные пазы параллельные	12 шт. / 14 Н7		
	Система линейных измерений прямая	Разрешение	0,0001 мм	*
	Допуск позиционирования	Тр по осям X-Y-Z согласно VDI/DGQ 3441*	0,008 мм	*
		*(определен при постоянной температуре окружающей среды 20 С ± 1°С)		
	Поддон для стружки	Выдвижной поддон для стружки		*
	Транспортер для стружки	Скребковый ленточный конвейер или транспортер на шарнирных петлях		
		Высота сброса стружки	1100 мм	
		Стружкоуборочная тележка	450 л	

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764 ПЗ

## Окончание таблицы 9

Внешняя подача СОЖ	С поддоном для стружки и емкостью для СОЖ			
	Емкость основного бака		370 л	*
	Емкость бака для СОЖ		370 л	
	Установка подачи СОЖ без насоса высокого давления с сетчатым фильтром			
	Емкость основного бака		100 л	
	Емкость бака для СОЖ		570 л	
Внутренняя подача СОЖ с ленточно- бумажным фильтром	Установка подачи СОЖ без насоса высокого давления с ленточно-бумажным фильтром			
	Емкость основного бака		100 л	
	Емкость бака для СОЖ		570 л	
	Давление (регулируется вручную до)	макс.40 бар/ 20 л/мм	макс. 80 бар/ 29 л/мм	
	Подключение к сети (внутренняя подача СОЖ)	-	400 V/50 Гц	
	Потребляемая мощность (внутренняя подача СОЖ]	-	17 кВА	
Гидравлическая система	Рабочее давление	120 бар		*
Система централизованной смазки	Смазка минимальным количеством консистентной смазки			*
Подключение (станок)	Подключение к сети	400 V / 50 Гц		
	Потребляемая мощность	45 кВА		
	Сжатый воздух	6 бар		
Масса	(Стандартное исполнение без опций, монтажных деталей, заготовок и СОЖ]		ок. 11,0 т	

\* Стандартное исполнение



Рисунок 2 – Обрабатывающий центр Hermle C32

Инь. № подл.	Подпись и дата	Инь. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764 ПЗ

Лист

29

## 2.5. Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков производят двумя методами: расчетно-аналитическим и опытно-статистическим (табличным). Для более точной поверхности диаметром  $20^{+0,052}$  припуски рассчитаны аналитическим методом по [5].

Технологический маршрут обработки занесен в таблицу 10.

Таблица 10 - Расчет припусков и предельных размеров на обработку поверхность диаметром  $20^{+0,052}$  мм

Технологические переходы поверхности $\varnothing 20^{+0,052}$ мм	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, $2Z_{\min}$ мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение, припуск, мм	
	Rz	H	$\rho$	E				D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>	2Z <sub>min</sub>	2Z <sub>max</sub>
Заготовка	200	250	128	100		18,574	0,52	18,05	18,57		
Расточка предв.	50	50	7,68	75	2×598	19,77	0,21	19,56	19,77	1,2	1,51
Расточка оконч.	20	20	5,12	40	2×141	20,052	0,052	20	20,052	0,282	0,44

Элементы припуска Rz и  $\rho$  определены по таблицам [5, с. 66-68].

Расчет пространственных отклонений по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (13)$$

где

$\rho_{\text{кор}}$  – отклонение коробления, мкм;

$\rho_{\text{см}}$  – погрешность смещения осей, мкм.

$$\rho = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128 \text{ мкм.}$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\rho_{\text{ост}} = k \times \rho, \quad (14)$$

где

k – коэффициент уточнения форм.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата						Лист
										30
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ

$$\rho_{\text{ост1}} = 0,06 \cdot 128 = 7,68 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{ост2}} = 0,04 \cdot 128 = 5,12 \text{ мкм}.$$

Расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}); \quad (15)$$

$$2Z_{\text{min1}} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{128^2 + 75^2}) = 2 \cdot 598 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{min2}} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{7,68^2 + 40^2}) = 2 \cdot 141 \text{ мкм}.$$

Для конечного перехода в графу расчетный размер запишется наибольший предельный размер по чертежу:

$$D_{p2} = 20,052 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = 20,052 - 0,282 = 19,77 \text{ мм};$$

$$D_{p \text{ заг}} = 19,77 - 1,196 = 18,574 \text{ мм}.$$

Наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам округляют уменьшением расчетных размеров:

$$D_{\text{max2}} = 20,052 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max1}} = 19,77 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max заг.}} = 18,57 \text{ мм}.$$

Наименьшие предельные размеры:

$$D_{\text{min1}} = 19,77 - 0,21 = 19,56 \text{ мм};$$

$$D_{\text{min2}} = 20,052 - 0,052 = 20 \text{ мм};$$

$$D_{\text{min заг}} = 18,57 - 0,52 = 18,05 \text{ мм}.$$

Расчетные припуски для каждого перехода:

$$Z_{\text{max1}} = D_{\text{max1}} - D_{\text{max заг.}} = 19,77 - 18,57 = 1,2 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{max2}} = D_{\text{max2}} - D_{\text{max1}} = 20,052 - 19,77 = 0,282 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{min1}} = D_{\text{min1}} - D_{\text{min заг.}} = 19,56 - 18,05 = 1,51 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{min2}} = D_{\text{min2}} - D_{\text{min1}} = 20 - 19,56 = 0,44 \text{ мм}.$$

Общие припуски:

$$Z_{o \text{ max}} = 2,71 \text{ мм};$$

$$Z_{o \text{ min}} = 0,722 \text{ мм}.$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										31

Проверка расчетов:

$$Z_{i_{\max}} - Z_{i_{\min}} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$1,51 - 1,2 = 0,52 - 0,21 \quad 0,31 = 0,31$$

$$0,44 - 0,282 = 0,21 - 0,052 \quad 0,158 = 0,158$$

На рисунке 4 изображена схема полей допусков и припусков для перехода. В таблице 11 определены припуски для остальных поверхностей по таблицам [8, табл.3.12-3.13].

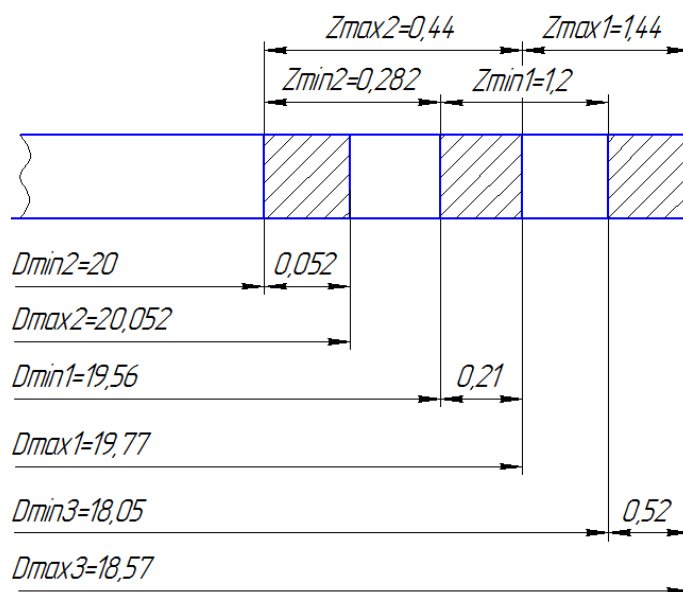


Рисунок 3 – Схема полей допусков и припусков для перехода

Таблица 11 - Припуски для остальных поверхностей, мм

Поверхность	Припуск	Допуск	Верхнее отклонение	Нижнее отклонение,
Торцевые поверхности	3,5	1,2	+0,8	-0,4
Поверхности площадок	5	1,2	+0,8	-0,4

## 2.6. Расчет режимов резания

Режимы резания для всех переходов операции 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ выбраны согласно рекомендациям каталога фирмы Sandvik [14] и справочникам. Данные занесены в таблицу 12.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										32



Таблица 12 - Значения режимов резания

Операция и ее содержание	t, мм	S <sub>z</sub> , мм/зуб	S <sub>o</sub> , мм/об	S <sub>m</sub> , мм/мин	B, мм	D, мм	V, мм/мин	n, об/мин
Переход 1-2								
Переход 1 Обработка торцевых поверхностей в размер 78	3,5	0,8		400	38		2865	3820
Переход 2 Обработка торцевых поверхностей в размер 98	3,5	0,8		400	38		2865	3820
Переход 3-8								
Переход 3 Зенковать площадку Ø9	2,5		0,2	280		9	238	8000
Переход 4 Сверлить отверстие Ø5	2,5		0,28	392		5	128	1280
Переход 5 Сверлить отверстие Ø4	2		0,14	196		4	158	1580
Переход 6 Сверлить отверстие Ø3,3	1,75		0,14	196		3,3	95	970
Переход 7 Нарезать резьбу М4	0,4		0,1	8,7		4	1,5	239
Переход 8 Нарезать резьбу М6	0,5		0,1	8,7		6	1,2	159
Переход 9-14								
Переход 9 Сверлить 4отверстия Ø6,8	3,5		0,4	993		6,9	140	940
Переход 10 Нарезать резьбу М8	0,6		0,1	12,3		8	1,1	123
Переход 11 Сверлить отв. Ø3	1,5		0,4	764		3	212	2100
Переход 12 Сверлить отверстие Ø18	9		0,8	513		18	770	3100
Переход 13 Зенковать Ø7	2		0,4	764		7	238	8000
Переход 14 Зенковать Ø10	1,5		0,4	764		10	238	8000
Переход 15-23								
Переход 15 Расточить Ø33	1,4		0,45	491		33	2785	6963
Переход 16 Расточить Ø30,2	0,9		0,45	607,5		30,2	2785	6963
Переход 17 Расточить Ø28,5	4,8		0,45	508		28,5	2785	6963
Переход 18 Расточить Ø26	0,2		0,1	40		26	2785	6963
Переход 19 Раскатать Ø28	4,8		0,45	508		28,5	100	1200
Переход 20 Раскатать Ø30,2	0,9		0,45	607,5		30,2	100	1200
Переход 21 Расточить Ø26,2	5		0,4	491		26,2	750	6200
Переход 22 Расточить Ø31	5		0,4	415		31	750	6200
Переход 23 Нарезать резьбу М30	0,75		0,1	28,6		30	30	300
Переход 24-28								
Переход 24 Сверлить отв. Ø5	2,5		0,3	1147		5	128	1910
Переход 25 Нарезать резьбу М6	0,5		0,1	8,7		6	1,3	159
Переход 26 Сверлить отв. Ø7,8	3,5		0,4	993		7	98	820
Переход 27 Расточить отв. Ø8	0,5		0,45	2293		8	238	8000
Переход 28 Расточить отв. Ø10,7	5		0,4	1202,5		10,7	72	1194
Переход 29-30								
Переход 29 Расточить Ø20	1		0,45	917		20	1600	7958
Переход 30 Расточить Ø23,9	4		0,4	602,5		23,9	750	6200

Инв. № подл.	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ			
					Лист			
					33			

## 2.7. Расчет технических норм времени

Нормой времени по ГОСТ 3.1109-82 называется регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Штучное время (время на обработку одно детали) определяется по формуле [10, стр.278]:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{отдых}, \quad (16)$$

где

$T_o$  – основное машинное время, мин;

$T_v$  - вспомогательное время, мин;

$T_{обсл}$  - время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{отдых}$  - время на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых, мин.

Основное время - это часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда. Иными словами - это время на механическую обработку, сборку или контроль изделия.

Вспомогательное время - это часть штучного времени затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предметов труда. Вспомогательное время включения, время на управление станком, время на установку, закрепление и снятие детали, инструмента и приспособления во время работы, время на измерения детали. Если действия, на которые затрачивается вспомогательное время, выполняются во время обработки заготовки, то вспомогательное время перекрывается основным и называется перекрываемым вспомогательным временем.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										34

Время на обслуживание рабочего места - это часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии, уход за ними и рабочим местом.

Время на организационное обслуживание рабочего места определяется в процентах от оперативного времени и составляет в среднем 2-4% в зависимости от типа и размера станка.

Время на личные потребности - это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых. Для механических цехов это время определяется в процентах от оперативного времени и достигает 4%.

Часть штучного времени, равная сумме основного и вспомогательного времени называется оперативным временем:

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{всп}} \quad (17)$$

При изготовлении деталей партиями к штучному времени добавляется подготовительно-заключительное время, которое по ГОСТ 3.1109-82 определяется как интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										35
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Сумма штучного времени и доли подготовительно-заключительного времени для одной детали образуют штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.кал}} = T_{\text{шт.}} + T_{\text{п.з.}}/N, \quad (18)$$

где

$T_{\text{шт}}$  – штучное время, мин;

$T_{\text{п.з.}}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$N$  – количество деталей в партии, шт.

Результаты расчетов норм времени для операции 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ сведены в таблицу 13.

Таблица 13– Нормы времени для операции 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Наименование	Значение, мин
1. Основное время	20,6
2. Вспомогательное время:	
Время, связанное операцией	
- время на установку и снятие детали	1,2
- время, связанное с операцией	7,4
- время на измерения	0,7
- машинно-вспомогательное время по программе смена инструмента, подвод детали, время технологических пауз, изменение режимов.	5,7
Коэффициент вспомогательного времени	0,87
Суммарное вспомогательное время	14,26
3. Время технического, организационного обслуживания рабочего места и на отдых и личные надобности, 8% от $T_{\text{опер}}$	2,8
4. Подготовительно-заключительное время	
- организационная подготовка	8
- установить приспособление и снять	2,5
-переместить стол в позицию удобную для наладки	4
-установить инструментальные блоки	3,1
-установить программноситель в считывающее устройство и снять, ввести программу в память системы ЧПУ	1
-установить исходные координаты	1
-произвести пробную обработку	11,4
Суммарное подготовительно-заключительное время	31
Штучное время	37,65
Штучно-калькуляционное время	38,5

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Инов. № подл.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						36

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

При обработке деталей на станках с ЧПУ одним из этапов технологической подготовки является создание управляющей программы. Для создания программы, во-первых, технологом описывается геометрия детали, порядок работы инструмента, задаются режимы резания для каждого инструмента, определяется технология обработки детали. На втором этапе создается управляющая программа (УП), по которой происходит руководство движением рабочих органов станка.

Перечень М-команд для подготовки УП приведен в таблице 14.

Таблица 14 - Перечень М-команд

M00	останов программы
M01	условный останов программы
M02	конец программы (с возвратом в начало программы)
M03	включение вращения шпинделя по часовой стрелке
M04	включение вращения шпинделя против часовой стрелки
M05	останов шпинделя
M06	включение автоматической смены инструмента
M07	включение подачи СОЖ через шпиндель
M08	включение подачи СОЖ внешнее
M09	выключение подачи СОЖ
M10	фиксация оси С
M11	отмена фиксации оси С
M17	конец подпрограммы
M19	позиционирование шпинделя
M20	фиксация оси А
M21	отмена фиксации оси А
M26	выключить промывку рабочей зоны
M30	конец программы (аналогично M2)
M41	включение 1-й ступени коробки передач
M42	включение 2-й ступени коробки передач
M52	включение конвейера для стружки
M53	выключение конвейера для стружки
M83	включить промывку рабочей зоны
M84	включить промывку основания
M87	деактивировать проверку столкновения осей Y и Z
M88	активировать проверку столкновения осей Y и Z
M90	ручная смена инструмента

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист 37
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					

### 3.1. Общие принципы построения УП

В шапке УП указывается:

- номер управляющей программы. При переносе УП в память станка УП появится с именем, установленном в первой служебной строке текста УП (неважно как при этом называется файл УП и какое он имеет расширение);
- путь сохранения программы в памяти станка. Программа сохранится в папке «Программы обработки деталей»;
- информационный блок, который содержит перечень инструментов использованных в программе и их номера;
- комментарии ( если необходимо).

Тело программы состоит из перечня команд, например:

T="1323"; FREZA D32 - номер инструмента

M6 - смена инструмента

G0 - включение перемещений на быстром ходу

G90 - абсолютные перемещения

G17 - плоскость интерполяции XY

A0 - «0» - ое положение стола по оси «А»

C0 - «О» - ое положение стола по оси «С»

PRIV1 - привязка (см. шапку программы)

G64 - Режим управления траекторией. В режиме управления траекторией контур изготавливается с постоянной траекторной скоростью. Равномерная скорость способствует лучшим условиям резания, улучшает качество поверхности и уменьшает время обработки. SOFT - Плавное ускорение траекторных осей. Плавное ускорение способствует более высокой точности траектории и уменьшению механической нагрузки станка.

FFWON - активирование предупредования, благодаря которому зависящий от скорости путь выбега уменьшается практически до нуля, а значит обеспечивает более высокую точность контура.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	G90 - абсолютные перемещения	
					G17 - плоскость интерполяции ХУ	
					A0 - «0» - ое положение стола по оси «А»	
					C0 - «О» - ое положение стола по оси «С»	
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	PRIV1 - привязка (см. шапку программы)	
					G64 - Режим управления траекторией. В режиме управления траекторией контур изготавливается с постоянной траекторной скоростью. Равномерная скорость способствует лучшим условиям резания, улучшает качество поверхности и уменьшает время обработки. SOFT - Плавное ускорение траекторных осей. Плавное ускорение способствует более высокой точности траектории и уменьшению механической нагрузки станка.	
					FFWON - активирование предупредования, благодаря которому зависящий от скорости путь выбега уменьшается практически до нуля, а значит обеспечивает более высокую точность контура.	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						38

S5000 - обороты шпинделя

M3 - вращение шпинделя, по часовой стрелке

M7 - включение охлаждения через инструмент

M9 - выключение охлаждения

M5 - выключение шпинделя

M0 - тех останов.

Конец программы:

A90 - поворот стола в горизонтальное положение, для снятия/установки детали (если необходимо)

M30 - конец программы.

С помощью фреймов, указывая координаты или углы, описывается положение необходимой системы координат относительно базовой системы координат детали:

Фрейм может состоять из следующих правил вычисления:

- Смещение нулевой точки, TRANS, ATRANS,
- Вращение, ROT, AROT,
- Масштабирование, SCALE, ASCALE,
- Отражение, MIRROR, AMIRROR,

Стандартно главные программы, подпрограммы выполняют кадры в той последовательности, в которой они запрограммированы. Посредством переходов в программе эта последовательность может быть изменена.

Безусловные переходы:

GOTOB - Оператор перехода с целью перехода в направлении начала программы

GOTOF - Оператор перехода с целью перехода в направлении конца программы

LABEL - Метка (цель перехода)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										39

При использовании операторов IF (Условные переходы) могут быть сформулированы условия перехода. Переход осуществиться только при выполнении условий перехода.

Обозначение инструмента показано на рисунке 4.

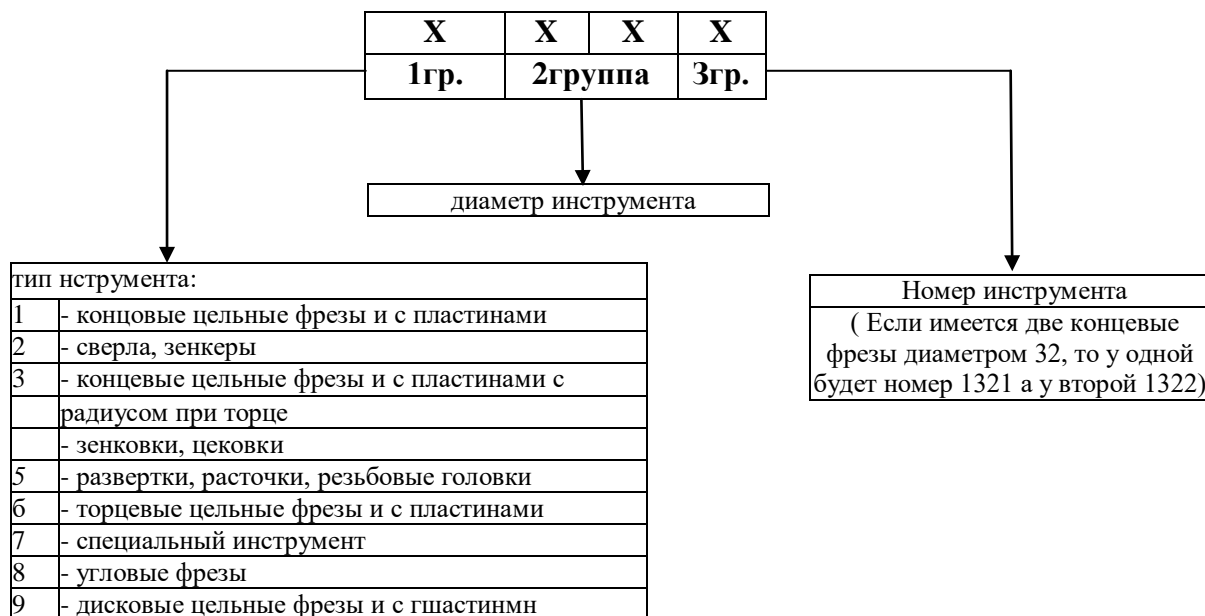


Рисунок 4 - Шифр номеров инструмента на станках

Коррекция инструмента: D - номер коррекции инструмента, может принимать значения от 1 до 99. Коррекции длин инструмента действуют, если запрограммирован D номер. Коррекция радиуса инструмента включается дополнительными командами G41, G42.

Цикл FOR используется тогда, когда последовательность выполнения операций должна быть повторена фиксированное количество раз. При этом счетная переменная увеличивается от начальной до конечной величины. Начальная величина должна быть меньше конечной величины.

С помощью команд G90/ G91 определяется закономерность описания для подвода к заданным позициям:

- ввод абсолютного размера, G90. Указание размера относится к нулевой точке действующей в данный момент системы координат, т.е. все координаты перемещений программируются относительно «0» детали.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						40
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



- ввод относительного размера, G91. Указание размера относится к последней точке, к которой осуществляется переход. Программируется на сколько должен переместиться инструмент.

С помощью команд G2/ G3, TURN производится винтовая интерполяция.

G2 - Движение по круговой траектории по часовой стрелке

G3 - Движение по круговой траектории против часовой стрелки

X Y Z - Координаты конечной точки

I J K - Координаты центра окружности, следует отметить, что предварительные установки G90/ G91 действуют только для конечной точки окружности, координаты центра I J K вводятся относительно начальной точки окружности. Абсолютное указание центра относительно нулевой точки детали программируется с помощью  $I=AC(...)$ ,  $J=AC(...)$ ,  $K=AC(...)$

TURN - Количество круговых проходов

При рабочем движении (по G1) по линейным осям суммарная скорость перемещения происходит с подачей, запрограммированной в F.

N100 X123 Y2 Z45 F250

Например, в приведенном кадре совместное перемещение по осям X, Y, Z происходит со скоростью 250 мм/мин (при этом скорость по каждой из осей в отдельности чаще всего не равна результирующей скорости).

При рабочем движении (по G1) по поворотным осям суммарная скорость перемещения происходит с подачей, запрограммированной в F.

N105 C110 F250

Например, в приведенном кадре совместное перемещение по оси C происходит со скоростью 250 °/мин (при этом скорость по каждой из осей в отдельности чаще всего не равна результирующей скорости).

В том случае, когда должно произойти согласованное перемещение по линейным и круговым осям:

N110 X147 Y14 Z57 C134 F250

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										41

В данном примере результирующая скорость перемещения может быть различной, в зависимости от настройки параметром системы ЧПУ станка (настройки по умолчанию + специальные запрограммированные команды в УП). По умолчанию в станке установлен параметр, по которому для расчёта результирующей скорости перемещения учитываются только перемещения по линейным осям.

Для последнего примера это означает, что СЧПУ станка определяется результирующий вектор перемещения (геометрическое сложение осей X, Y, Z) и происходит движение по этому вектору со скоростью 250 мм/мин. Это перемещение займет t мин. За это же время t должно произойти перемещение по оси A. При этом скорость перемещения по оси A никак не ограничена (ограничена только максимальной подачей станка по поворотной оси). При малых перемещениях по линейным осям и больших по круговым будет происходить резкое увеличение значения результирующей подачи (ведь станок должен будет успеть переместиться по круговой оси за малое время перемещения по результирующему вектору).

При необходимости согласованного перемещения по линейным и круговым осям с заданной подачей необходимо запрограммировать в УП команду FGROUP (оси). В скобках указываются оси, по которым необходимо получить согласованное перемещение.

N110 FGROUP (X,Y,2,A)

N110 X147 Y14 Z57 C134 F 250

В примере результирующая скорость будет рассчитываться СЧПУ станка по-другому: определяется результирующий вектор перемещения (геометрическое сложение осей X, Y, Z); определяется расчетное время перемещения по этому вектору с заданной подачей (250 мм/мин); определяется время движения по круговой оси с заданной подачей (250°/мин); сравниваются времена, выбирается то движение, которое занимает больше времени.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					42

Таким образом, движение, занимающее происходить с запрограммированной подачей, а другие будут подкорректированы.

Необходимо учитывать ещё один момент - при больших диаметрах обработки угловая скорость превышает линейную. Чтобы привести в согласование скорости угловых и линейных перемещений в Sinumerik840(D) вводится понятие базового радиуса. Базовый радиус - это величина, на которую удалена зона обработки от центра вращения по круговой оси. По умолчанию базовый радиус задан как:  $FGREF[C]=360/(2*\pi)=57\text{мм}$ .

Для корректной отработки согласованного перемещения по линейным и круговым осям необходимо задать базовый радиус по каждой круговой оси, используемые в перемещении.

### 3.2. Позиционная многокоординатная обработка

В случае, когда необходимо обработать относительно простые элементы (пазы, отверстия, карманы, обнизки, уклоны и т.п.) расположенные не в базовой плоскости (G17), обработка этих элементов без переустановки возможна только на многоосевых станках с использованием поворотных осей. Однако при повороте, возникает смещение детали относительно нулевой точки настраиваемой системы координат, величины которых (чаще всего) неизвестны.

Система ЧПУ станка C32-5ax позволяет корректировать возникающие смещения при повороте детали. Для этого необходимо при создании УП учитывать следующее:

- УП должна содержать только одну базовую систему координат (настраиваемая система координат детали G54 - G599);
- координаты перемещения инструмента при обработке каждого элемента должны быть заданы относительно своей (локальной) системы координат;

Инв. № подл.	Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взамен. инв. №		Подпись и дата												
<p>(пазы, отверстия, карманы, обнизки, уклоны и т.п.) расположенные не в базовой плоскости (G17), обработка этих элементов без переустановки возможна только на многоосевых станках с использованием поворотных осей. Однако при повороте, возникает смещение детали относительно нулевой точки настраиваемой системы координат, величины которых (чаще всего) неизвестны.</p> <p>Система ЧПУ станка С32-5ах позволяет корректировать возникающие смещения при повороте детали. Для этого необходимо при создании УП учитывать следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- УП должна содержать только одну базовую систему координат (настраиваемая система координат детали G54 - G599);</li><li>- координаты перемещения инструмента при обработке каждого элемента должны быть заданы относительно своей (локальной) системы координат;</li></ul>																			
<table><tr><td>Изм</td><td>Лист</td><td>№ документа</td><td>Подпись</td><td>Дата</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						ДП 44.03.04.764 ПЗ				Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата															
					43														

- переход из базовой в локальную систему координат задается с помощью специальной команды - CYCLE800 с набором параметров, которая однозначно задает расположение локальной системы координат относительно базовой (настраиваемой системы координат детали).

В этом случае смещение всех точек детали, возникающее при повороте стола, станок компенсирует самостоятельно.

Преимущества данного способа обработки:

- нет необходимости применения сложных систем расчёта УП (САМ-систем) и сложных (дорогих) постпроцессоров;
- возможность применения 2D корректора на диаметр инструмента (G41/G42, G40);
- возможность применения круговой интерполяции и стандартных циклов;
- уменьшение до одной количества настраиваемых систем координат детали.

При написании УП на деталь «Корпус насоса» используется команда CYCLE800, необходимо рассмотреть ее подробнее.

**CYCLE800 ( 1, "TC1", 0, 39, 30, 43, -15, 90, -30, 0, 0, 0, 0, -1 )**

1        2        3    4    5    6    7    8    9    10   11   12   13   14

1 - отвод рабочих органов станка, возможные значения: 0 - нет отвода, 1-отвод только вдоль оси шпинделя, 2 - отвод по координатам XYZ.

Если значение этого параметра =1, то отвод будет производиться только по оси шпинделя, т.е. перемещение шпиндельной головки в положение Zmax (отвод инструмента из зоны обработки). Если значение этого параметра =0, то никаких дополнительных перемещений, кроме запрограммированных в УП, станок производить не будет. Рекомендуется устанавливать этот режим только на внедрённой УП, когда существует возможность проконтролировать безопасность поворота на станке.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист 44		
	Инв. № дубл.						
		Взамен. инв. №					
			Подпись и дата				
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ		

Устанавливать значение параметра =2 на станке С32-5ах не имеет смысла (расход по оси Z достаточен безопасных любых поворотов стола).  
Рекомендуется установить этот параметр в значение 1

2 - ориентация шпинделя, всегда значение "TC1" - расположение шпинделя вдоль оси Z станка.

3 - способ перехода в локальную систему координат, возможные значения: 0 - новый переход (переход в локальную систему координат из настраиваемой системы координат детали); 1 - добавочный переход (переход в локальную систему координат из последней заданной системы координат).

4 - последовательность поворотов вокруг осей координат, возможные значения: 57 - XYZ (ABC); 45 - XZY (ACB); 54 - YXZ (BAC); 30 - YZX (BCA); 39 - ZXY (CAB); 27 - XZY (CBA).

5,6,7 - величины смещения по осям X,Y,Z соответственно до выполнения поворотов.

8,9,10 - величины углов поворота вокруг осей в последовательности, заданной параметром 4.

11,12,13 - величины смещения по осям X,Y,Z соответственно после выполнения поворотов

14 - направление поворота стола при переходе в заданную локальную систему координат, этот параметр может принимать значения 1, -1, 0.

При значении параметра = 0, станок не будет производить какие либо перемещения по поворотным осям, однако скорректирует значения смещений, возникающих при заданном повороте (т.е. будет произведен только расчет поворотных преобразований). Движения станка при заданных параметрах 1 и, -1, чаще всего, не могут быть определены заранее. На этапе проектирования обработки достаточно задать любое из этих значений, точное значение этого параметра должно быть установлено на этапе внедрения УП. Рекомендуется установить этот параметр в значение -1.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					45

### 3.3. Непрерывная многоосевая обработка

Этот случай обработки представляет наибольшую сложность. Непрерывная многоосевая обработка представляет собой согласованное перемещение инструмента по более чем 3-м координатам. Чаще всего непрерывная многоосевая обработка используется при получистовой и чистовой обработке.

Используя принципы создания непрерывной многоосевой обработки, можно получить сложное пространственное движение инструмента, не учитывая расположение обрабатываемых сложных геометрических элементов относительно органов станка.

В описании расположения базовой оси координат детали относительно «станочного ноля» участвуют 5 переменных ( $\partial X$ ,  $\partial Y$ ,  $\partial Z$ ,  $\partial A$ ,  $\partial C$ ).

Для того, чтобы при перемещении инструмента станок учитывал смещения автоматически (позволяя нам программировать обработку относительно базовой системы координат) необходимо после команды TRAORI повторить базовую привязку (настраиваемая система координат детали G54 - G599). Однако это позволит автоматически корректировать только смещения от линейных переменных ( $\partial X$ ,  $\partial Y$ ,  $\partial Z$ ). Для корректировки смещений от поворотных переменных ( $\partial A$ ,  $\partial C$ ) необходимо повернуть базовую систему после команды TRAORI на величины поворотных перемещений:

ROT Z  $\partial A$

AROT X  $\partial C$

Чаще всего переменная  $\partial A$  равна или близка к нулю, поэтому после команды TRAORI достаточно (в большинстве случаев) повернуть только вокруг оси Z - ROT RPL  $\partial A$ . Для удобства работы с УП целесообразно ввести переменную R1 -  $\partial A$  в начале УП, а уже после команды TRAORI вводить строку: ROT RPL=R1.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	относительно базовой системы координат) необходимо после команды TRAORI повторить базовую привязку (настраиваемая система координат детали G54 - G599). Однако это позволит автоматически корректировать только смещения от линейных переменных ( $\partial X$ , $\partial Y$ , $\partial Z$ ). Для корректировки смещений от поворотных переменных ( $\partial A$ , $\partial C$ ) необходимо повернуть базовую систему после команды TRAORI на величины поворотных перемещений:					
					ROT Z $\partial A$					
					AROT X $\partial C$					
					Чаще всего переменная $\partial A$ равна или близка к нулю, поэтому после команды TRAORI достаточно (в большинстве случаев) повернуть только вокруг оси Z - ROT RPL $\partial A$ . Для удобства работы с УП целесообразно ввести переменную R1 - $\partial A$ в начале УП, а уже после команды TRAORI вводить строку: ROT RPL=R1.					
										Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					

Необходимо учитывать предельные значения угла поворота по оси А. В большинстве случаев необходимо программировать обработку так, чтобы угол А был положительным.

Непосредственно перед непрерывной многоосевой обработкой (перед командой TRAORI) лучше ввести кадры позиционирования (они задаются в локальной системе координат). Первым кадром будет позиционирование по круговым осям (значения А и С совпадают с начальным значением этих координат в непрерывной многоосевой обработке). Следующим кадром является позиционирования по линейным осям. Например, для деталей вращения, находящихся приблизительно в центре стола это X0 Y400 Z400 (значение координаты Z необходимо увеличить, если деталь выступает за границы стола).

### 3.4. Последовательность подготовки УП

В процессе подготовки УП и внедрении на станке С32-5ах сложилась определённая последовательность действий, позволяющая корректно подготовить обработку любой детали. Проектировать обработку сложной пространственной детали лучше в следующей последовательности:

1. Анализ конструкции детали (а также приспособления, инструмента), с выделением зон 2,5-координатной, 3-х координатной, многокоординатной позиционной, непрерывной многоосевой обработок и оценкой возможности и целесообразности выполнения этих элементов детали на станке;

2. Выбор расположения детали на станке (установка базовой системы координат детали);

3. Создание начала УП (шапки УП): ввод служебной информации (деталь, станок, перечень инструмента), ввод настройки и описания переменных, ввод команд «обнуления» фрейм переменных;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						47

4. Проектирование 2,5-координатной обработки в базовой системе координат и вывод УП;

5. Проектирование 3-координатной обработки в базовой системе координат и вывод УП;

6. Проектирование многокоординатной позиционной обработки:

- выделение элемента обработки
- установка локальной системы координат
- проектирование обработки элемента (2,5-координатная или 3-координатная) относительно локальной системы координат и вывод УП

- установка в УП команды перехода в локальную систему координат (CYCLE800)

- установка в УП команды возврата в базовую систему координат (отмена CYCLE800)

7. Проектирование непрерывной многоосевой обработки:

- проектирование обработки элемента относительно базовой системы координат и вывод УП

- установка в УП кадров позиционирования, TRAORI, и повторение базовых настроечных смещений

- установка команд отмены доворота настроечных смещений (ROT) и непрерывной многоосевой трансформации (TRAFOOF), ввод базовых смещений, отвод на безопасную плоскость.

### 3.5. УП на деталь «Корпус насоса»

Для станка Hermle C32-5ax с УЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D. для обработки детали «Корпус насоса» на операции 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ при сверлении отверстия  $\varnothing 33$ мм фрагмент УП записан в таблицу 15.

В Приложении В приведена УП на все переходы операции Комплексная на ОЦ с ЧПУ детали «Корпус насоса».

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										48
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						



Таблица 15 – Фрагмент УП на деталь «Корпус насоса»

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание переходов
N25 T="FR_16"	Выбор инструмента – фреза $\cap$ 16 мм
N30 M6	Смена инструмента
N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1	Перемещение на ускоренной подаче(G0) в абсолютных размерах (G90) с выбранной плоскостью в качестве рабочей XY (G17) в 1-ю точку траектории движения 1-го инструмента. PRIV1 – привязка (ранее использованная функция в УП PRIV1 AS G54 D1 – заданное смещение, номер режущей кромки инструмента =1)
N45 G64 SOFT	Включение стандартного режима резания, плавное ускорение траекторных осей
N45 S6963 M3	Задание оборотов шпинделя 6963 об/мин, вращение по часовой стрелке
;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",10000 0,39,0,0,0,90,-90,0,0,0,0,-1);	Команда CYCLE800 задает переход из базовой в локальную систему координат с набором параметров: отвод только вдоль оси шпинделя, последовательность поворотов вокруг осей координат: 39 - ZXY (CAB); величины смещения по осям X,Y,Z =0,0,0; величины углов поворота вокруг осей в последовательности: 90,-90, 0; направление поворота стола при переходе в заданную локальную систему координат не могут быть определены заранее.
N30 M8	Включение подачи СОЖ в виде струи.
N35 G0 Z50	Ускоренное перемещение инструмента к вспомогательной точке
N40 X-25.25 Y0	Ускоренное перемещение к вспомогательной точке
N45 Z4	Ускоренное перемещение к вспомогательной точке
N50 G1 Z-1 F2785	Линейная интерполяция(G1), перемещение на рабочей подаче 2785 мм/мин на необходимую глубину резания 1 мм.
N55 G41 X-17	Левая коррекция на радиус инструмента
N60 G3 X-17 Y0 Z-2 I-8.5 J0 TURN=2	Круговая интерполяция против часовой стрелки, количество круговых переходов TURN =2
N80 G3 X-17 Y0 I-8.5 J0	Круговая интерполяция против часовой стрелки
N85 G1 G40 X-25.25	Линейная интерполяция(G1), отмена коррекции на радиус инструмента (G40)
N90 G0 Z50	Ускоренное перемещение инструмента к вспомогательной точке
N95 X24.75	Ускоренное перемещение инструмента
N100 Z4	Ускоренное перемещение инструмента
N105 G1 Z-1 F2785	Линейная интерполяция(G1), перемещение на рабочей подаче 2785 мм/мин на необходимую глубину резания 1 мм.
N110 G41 X33	Левая коррекция на радиус инструмента
N115 G3 X33 Y0 Z-2 I-8.5 J0 TURN=2	Круговая интерполяция против часовой стрелки, количество круговых переходов TURN =2
N135 G3 X33 Y0 I-8.5 J0	Круговая интерполяция против часовой стрелки
N140 G1 G40 X24.75	Линейная интерполяция(G1), отмена коррекции на радиус инструмента (G40)
N145 G0 Z50	Ускоренное перемещение инструмента к вспомогательной точке

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Подпись и дата	Инов. № подл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764 ПЗ

Лист

49

## 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Описание предмета экономического обоснования

В дипломном проекте разрабатывается технологический процесс обработки детали «Корпус насоса» с годовой программой выпуска деталей 3000 штук в год. Существующий тех.процесс изготовления детали отсутствует.

В технологической части предлагаются 2 варианта маршрута обработки детали. В первом варианте применено универсальное оборудование, во втором современный обрабатывающий центр с ЧПУ.

В качестве заготовки предлагается использовать – штамповку. Преимущество выбранной заготовки в том, что ее можно изготовить максимально приближенной к заданной форме и размерам, что значительно снижает металлоемкость и трудоемкость обработки, позволяет уменьшить время на изготовление детали, повысить уровень производительности, сэкономить на электроэнергии и эксплуатации оборудования.

За счет внедрения в технологический процесс многофункционального обрабатывающего центра Hermle C32-5ax проектируемый вариант позволяет выполнять в одной операции выполнять точение, фрезерование, сверление, нарезание резьбы, что позволяет уменьшить время на обработку детали, сократить производственные площади и число рабочих, занятых в процессе изготовления детали, что ведет к увеличению производительности труда, уменьшению материальных расходов. Также использование станков с ЧПУ позволяет получить требуемую высокую точность размеров и значительно снизить уровень брака.

В экономической части дипломного проекта произведено сравнение двух вариантов технологического проекта.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										50
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

## 4.2. Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле[23, стр.21]:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (19)$$

где

$K_{об}$  – капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прс}$  – капитальные вложения в приспособления, р.;

$K_{прг}$  – капитальные вложения в программное обеспечение, р.

Расчетное количество оборудования:

$$Q_P = T_{шт-к} \times N_{год} / (F_{об} \times k_{вн} \times k_3 \times 60), \quad (20)$$

где

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  - годовая программа выпуска детали представителя, шт.;

$F_{об}$  - действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{вн}$  - коэффициент выполнения норм времени;

$k_3$  - коэффициент загрузки оборудования.

Действительный годовой фонд времени работы рассчитывается:

$$F_{об} = F_n \times (1 - k_p / 100) \text{ ч.}, \quad (21)$$

где

$F_n$  - номинальный фонд времени работы единицы оборудования;

$k_p$  - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 дней в году; 118 - количество выходных и праздничных дней; 247 - количество рабочих дней, из них: 3 - сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 - рабочие дни продолжительностью 8 ч) с учетом установленного режима работы (16 часов при двухсменном режиме), ч.;

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										51
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Отсюда количество рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_{\text{н}} = 247 \times 8 + 3 \times 7 = 1997 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе:

$$F_{\text{н}} = 1997 \times 2 = 3994 \text{ ч.}$$

Потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы равны 1,5% рабочего времени оборудования [23, прил.2 ].

Тогда действительный фонд времени работы оборудования составит:

$$F_{\text{об}} = 3994 \times (1 - 1,5/100) = 3934 \text{ ч.}$$

Нормы штучно-калькуляционного времени  $T_{\text{шт-к}}$ (мин.) по операциям приведены в таблице 16.

Таблица 16- Нормы штучно-калькуляционного времени  $T_{\text{шт-к}}$  (мин.)

Вариант 1			Вариант 2		
Операция	Оборудование	$T_{\text{шт-к}}$	Операция	Оборудование	$T_{\text{шт-к}}$
Фрезерная	Фрезерно-консольный станок 6Т10	3	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр Hermle C32-5ах.	38,5
Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2Н135	4,3			
Многоцелевая	Отделочно-расточной полуавтомат 2А776В	31,7			

Для варианта 1 необходимо определить количество необходимого оборудования:

$Q_{\text{Р1}} = 3 \times 3000 / (3934 \times 1 \times 0,7 \times 60) = 0,05$  Принят 1 фрезерно-консольный станок 6Т10;

$Q_{\text{Р2}} = 4,3 \times 3000 / (3934 \times 1 \times 0,7 \times 60) = 0,08$  Принят 1 вертикально-сверлильный станок 2Н135;

$Q_{\text{Р3}} = 31,7 \times 3000 / (3934 \times 1 \times 0,7 \times 60) = 0,58$  Принят 1 отделочно-расточной полуавтомат 2А776В.

Для варианта 2 количество необходимого оборудования определено ранее в технологической части. Принят 1 обрабатывающий центр Hermle C32-5ах.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										52

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Капитальные вложения в приспособления определяются по формуле:

где

$N_{\text{прс}}$  – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$k_{\text{очн}}$  – коэффициент занятости технологической оснастки при выполнении одной операции обработки детали, отражает возможное отвлечение этой оснастки на обработку других деталей. При использовании специальной оснастки, рассчитанной на обработку только этих изделий,  $k_{\text{очн}} = 1,0$ .

### Вариант 1:

### Вариант 2:

$$K_{\text{прс-2}} = 1 \times 1 \times 19 = 19 \text{ тыс.р.}$$

В результате капитальные вложения в вариант 1 составят:

$$K=0+24+0=24 \text{ тыс.р.}$$

### Вариант 2:

$$K=0+19+11=30 \text{ тыс.р.}$$

### 4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов [23, стр.24]:

$$C = Z_m + Z_э + Z_{зп} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_n, \quad (23)$$

где

$Z_m$  – затраты на материалы, заготовки, р.;

$Z_э$  – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_n$  – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на материалы рассчитываются следующим образом:

$$Z_m = Z_з + Z_p, \quad (24)$$

где

$Z_з$  - затраты на основные материалы для заготовки, р.;

$Z_p$  - затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку, р.

Стоимость заготовки:

$$Z_з = (M_з \times Q_з - M_{отх} \times Q_{отх}) \times k_{тр}, \quad (25)$$

где

$M_з$  - вес заготовки, кг;

$Q_з$  - цена за один килограмм материала заготовки, р.;

$M_{отх}$  - вес отходов, кг;

$Q_{отх}$  - цена за один килограмм отходов, р.;

$k_{тр}$  - коэффициент транспортно-заготовительных расходов;  $k_{тр} = 1,8\%$ ;

Цена заготовки одинакова для обоих вариантов:

$$Z_з = 1,04 \times (0,6 \times 162 - 0,23 \times 34) = 161 \text{ руб.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата							
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
											54

Затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку:

$$З_p = k_{\text{есн}} \times k_{\text{пр}} \times k_{\text{доп}} \times k_{\text{п}} \times \sum (t_i \times C^i), \quad (26)$$

где

$k_{\text{есн}}$  - коэффициент, учитывающий единый соц. налог ( $k_{\text{есн}} = 1,26$ );

$k_{\text{пр}}$  - коэффициент, учитывающий премиальные выплаты;

$k_{\text{доп}}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ( $k_{\text{доп}} = 1,05 - 1,15$ );

$k_{\text{п}}$  - районный коэффициент ( $k_{\text{п}} = 1,15$ );

$t_i$  - штучно-калькуляционное время на выполнение заготовки, ч;

$C^i$  - часовая тарифная ставка рабочего, изготавливающего заготовку, р.

$$З_p = 1,26 \times 1,5 \times 1,1 \times 1,15 \times 120 \times 2,3 = 460 \text{ р.},$$

Тогда затраты на материалы:

$$З_m = 161 + 460 = 621 \text{ р.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{пр}} + З_{\text{н}} + З_{\text{эл}} + З_{\text{к}} + З_{\text{тр}}, \quad (27)$$

где

$З_{\text{пр}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$З_{\text{н}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$З_{\text{эл}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$З_{\text{к}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$З_{\text{тр}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										55

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$З_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \times T_{\text{шт-к}} \times k_{\text{мн}} \times k_{\text{доп}} \times k_{\text{есн}} \times k_{\text{р}}, \quad (28)$$

где

$C_{\text{та}}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{\text{мн}}$  - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{\text{мн}}=1$ .

Вариант 1:

$$З_{\text{пр1}} = 160 \times (3/60) \times 1 \times 1,15 \times 1,26 \times 1,15 = 13,3 \text{ р./ч.}$$

$$З_{\text{пр1}} = 165 \times (4,3/60) \times 1 \times 1,15 \times 1,26 \times 1,15 = 19,7 \text{ р./ч.}$$

$$З_{\text{пр1}} = 185 \times (31,7/60) \times 1 \times 1,15 \times 1,26 \times 1,15 = 162,9 \text{ р./ч.}$$

Вариант 2:

$$З_{\text{пр1}} = 185 \times (38,55/60) \times 1 \times 1,15 \times 1,26 \times 1,15 = 198 \text{ р./ч.}$$

Численность станочников (операторов) определяется по формуле:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{шт-к}} \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} \cdot 60}, \quad (29)$$

где

$F_{\text{р}}$ - годовой фонд времени одного рабочего;

$k_{\text{мн}}$  - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$t_{\text{шт-к}}$  – норма времени на операцию, час;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска детали, шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 - календарное количество дней; 118 - количество выходных и праздничных дней; 247 - количество рабочих дней, из них; 244 - рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 - отпуск очередной, 2 - потери по больничному листу, 6 - прочие; итого потерь - 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1741 ч.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										56



Результаты вычислений заработной платы производственных рабочих и их численности сведены в таблицы 17 и 18.

Таблица 17 - Затраты на заработную плату станочников по варианту 1

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р	Расчетная численность станочников, чел.	Принято, чел
Фрезерная	160	3,00	13,3	0,08	1
Сверлильная	165	4,30	19,7	0,12	1
Многоцелевая	185	31,70	162,9	0,45	1
Итого			195,9	0,65	3

Таблица 18 - Затраты на заработную плату станочников по варианту 2

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р	Расчетная численность станочников, чел.	Принято, чел
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	185	38,55	198	0,54	1
Итого			198	0,54	1

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих вычислена по формуле:

$$Z_n = \frac{C_{\text{всп}}^{\text{т}} \cdot F_p \cdot \text{Ч}_{\text{всп}} \cdot k_{\text{дон}} \cdot k_{\text{соц}} \cdot k_p}{N}, \quad (30)$$

где

$C_{\text{т}}^{\text{всп}}$  - часовая тарифная ставка, р.;

$F_p$  - годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

$N$  – годовая программа выпуска детали, шт.;

$\text{Ч}_{\text{всп}}$  – численность рабочих соответствующей категории, чел.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = q_{\text{п}} \times n / N, \quad (31)$$

где

$q_{\text{п}}$  - принятое количество оборудования, шт.;

$n$  - число смен работы оборудования,  $n = 2$ ;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										57

Н - число станков, обслуживаемых одним наладчиком, Н = 4 шт.

$$Ч_{\text{всп}} = 1 \times 2 / 4 = 0,5 \text{ чел.}$$

Принят 1 наладчик в обоих вариантах.

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров - 7% от числа станочников, отсюда:

Вариант 1:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 4 \times 0,05 = 1 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 4 \times 0,07 = 1 \text{ чел.}$$

Вариант 2:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 2 \times 0,05 = 1 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 2 \times 0,07 = 1 \text{ чел.}$$

По формуле (34) произведены вычисления заработной платы вспомогательных рабочих, результаты занесены в таблицу 19, для обоих вариантов.

Таблица 19 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Расчетная численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	180	1	174
Транспортный рабочий	110	1	106
Контролер	90	1	87
Итого		3	367

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{эл}} = \frac{N_y \cdot k_n \cdot k_{ep} \cdot k_w \cdot t_{\text{шт-к}}}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (32)$$

где

$N_y$ - установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

$k_n$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности  
 $k_n=0,3$ ;

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										58

$k_{ep}$  - средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,  
 $k_{ep}=0,6$ ;

$k_{од}$  - средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка (при одном двигателе  $k_{од} = 1$ );

$k_w$  - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w=1,06$ ;

$k_{вн}$  - коэффициент выполнения норм=1,1

$\eta$  - коэффициент полезного действия оборудования;

$\Pi_э$  - стоимость 1 кВт ч. электроэнергии, руб.,  $\Pi_э=1,2$  р.

Результаты расчетов сведены в таблицу 20 и 21.

Таблица 20 - Затраты на электроэнергию по варианту 1

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Фрезерно-консольный станок 6Т10	10	3	0,29
Вертикально-сверлильный станок 2Н135	4	4,3	0,16
Отделочно-расточной полуавтомат 2А776В	3	31,7	0,91
Итого			1,37

Таблица 21 - Затраты на электроэнергию по варианту 2

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Обрабатывающий центр Hermle C32-5ах.	20	38,55	7,41
Итого			7,41

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (33)$$

где

$C_{ам}$  - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	
Инов. № подл.	

$C_{\text{рем}}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления по оборудованию определяются по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{обр}} \cdot N_{\text{ам}} \cdot T_{\text{ит-к}}}{F_{\alpha} \cdot \eta_{\text{з.н}} \cdot \eta_{\text{в.н}} \cdot 60}, \quad (34)$$

где

$C_{\text{обр}}$  – цена единицы оборудования, р;

$N_{\text{ам}}$  – норма амортизационных отчислений, %;

$F_{\text{д}}$  – годовой фонд времени работы оборудования, ч.;

$\eta_{\text{з.н}}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$\eta_{\text{в.н}}$  – коэффициент выполнения норм.

Вариант 2 - Станок модели Hermle C32-5ax:

$$C_{\text{ам}} = \frac{4000000 \cdot 0,05 \cdot 38,55}{3884 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 38,1 \text{ р.}$$

Затраты на ремонт оборудования, определены в размере 4% от стоимости оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования занесены в таблицы 22 и 23.

Таблица 22 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по варианту 1

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Фрезерно-консольный станок 6Т10	1300	1	5	3	0,96	21,7
Вертикально-сверлильный станок 2Н135	1250	1	5	4,3	1,33	20,8
Отделочно-расточной полуавтомат 2А776В	3050	1	5	31,7	23,9	50,8
Итого					26,2	93,3

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										60

$$З_{об-1}=26,2+93,3=119,5 \text{ р.}$$

Таблица 23 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по варианту 2

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизации, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизация, р.	Затраты на ремонт, р.
Обрабатывающий центр Hermle C32-5ax	4000	1	5	38,55	38,1	53,3
Итого					38,1	53,3

$$З_{об-2}=38,1+53,3=91,4 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента определяются по формуле:

$$З_u = \frac{Ц_{инс} + \beta_n \cdot Ц_n}{T \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_0 \cdot \eta, \quad (35)$$

где

$Ц_{ин}$  – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  – число переточек;

$Ц_n$  – стоимость одной переточки, р.;

$T$  – период стойкости инструмента, мин;

$T_0$  – машинное время, мин;

$\eta$  – коэффициент случайной убыли инструмента.

Вариант 1

$$З_n = \frac{2500}{60 \cdot 3000} \cdot 3 \cdot 1,3 = 0,05 \text{ р.}$$

$$З_n = \frac{3600}{60 \cdot 3000} \cdot 4,3 \cdot 1,3 = 0,11 \text{ р.}$$

$$З_n = \frac{3800}{60 \cdot 3000} \cdot 31,7 \cdot 1,3 = 0,87 \text{ р.}$$

Вариант 2:

$$З_n = \frac{3600}{180 \cdot 3000} \cdot 38,55 \cdot 1,3 = 0,33 \text{ р.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										61

$$Z_n = \frac{4200}{180 \cdot 3000} \cdot 38,55 \cdot 1,3 = 0,39 \text{ р.}$$

$$Z_n = \frac{4300}{180 \cdot 3000} \cdot 38,55 \cdot 1,3 = 0,4 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию оснастки определяются по формуле:

$$Z_{np} = \frac{q_p \cdot H_{nps} \cdot C_{nps} \cdot H_{am}}{N \cdot 100}, \quad (36)$$

где

$q_p$  – расчетное количество оборудования, шт.;

$H_{nps}$  – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$C_{nps}$  – стоимость приспособлений, р.;

$H_{am}$  – норма амортизационных отчислений, %;

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Вариант 1:

$$Z_{np} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 19000 \cdot 20}{3000 \cdot 100} = 3,8 \text{ р.}$$

Вариант 2:

$$Z_{np} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 12000 \cdot 20}{3000 \cdot 100} = 1,3 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости детали по вариантам сведены в таблицу 24.

Таблица 24 - Технологическая себестоимость детали «Корпус насоса», р.

Статьи затрат	Сумма, Вариант 1	Сумма, Вариант 2
Затраты на материалы	620,8	620,8
Заработная плата с начислениями	563,38	565,54
Затраты на технологическую электроэнергию	1,37	7,41
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	119,55	91,49
Затраты на эксплуатацию оснастки	2,4	0,8
Затраты эксплуатации инструмента	1,03	1,12
Итого	1308,54	1287,16

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										62
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Одним из показателей экономической эффективности является условно – годовая экономия, полученная от снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{\text{ус.год}} = (C_z - C_{\text{пр}}) \times N, \quad (37)$$

где

$C_z, C_{\text{пр}}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам;

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_{\text{ус.год}} = (1308,54 - 1287,16) \times 3000 = 64116 \text{ р.}$$

Таким образом, в результате повышения технологического уровня изготовления детали сократилось количество оборудования, работников, что отразилось технологической себестоимости одной детали и условно – годовая экономия составила 64 тыс.р.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										63
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте разработан технологический процесс обработки детали «Корпус насоса», с применением современного обрабатывающего центра HERMLE C32(5ax). В связи с этим существует необходимость в переподготовке квалифицированных рабочих кадров, по профессии – «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 4 разряда. Переподготовка операторов станков с ЧПУ будет производиться из рабочих, проработавших на предприятии определенное время и имеющих опыт работы на производстве по профессии «Токарь-расточник» 5 разряда.

Целью курса переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» является формирование у слушателей знаний и умений, необходимых для наладки и подналадки обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; а также обработка простых и сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Задачей курса является достижение более высокой степени квалификации в данной сфере профессиональной деятельности.

Переподготовка операторов станков с ЧПУ производится непосредственно на предприятии, которое располагает собственным учебным центром подготовки и переподготовки кадров. Прохождение курсов переподготовки даёт возможность станочникам познать технологические новшества, а также сохранить рабочие места на предприятии.

Для разработки учебного плана переподготовки оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ из токаря-расточника в учебном центре, необходимо проанализировать профессиональные стандарты «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением» и «Токаря-расточника».

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	подналадки обрабатывающих центров с программным управлением для					
					обработки простых и средней сложности деталей; а также обработка простых и					
					сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.					
					Задачей курса является достижение более высокой степени квалификации					
в данной сфере профессиональной деятельности.					Переподготовка операторов станков с ЧПУ производится					
непосредственно на предприятии, которое располагает собственным учебным					центром подготовки и переподготовки кадров. Прохождение курсов					
переподготовки даёт возможность станочникам познать технологические					новшества, а также сохранить рабочие места на предприятии.					
Для разработки учебного плана переподготовки оператора-наладчика					обрабатывающих центров с ЧПУ из токаря-расточника в учебном центре,					
необходимо проанализировать профессиональные стандарты «Оператора-					наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением» и					
«Токаря-расточника».										
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										64
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						



## 5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь-расточник»

Анализ содержания профессиональной деятельности токаря-расточника был проведен с использованием профессионального стандарта «Токарь-расточник», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 24 декабря 2015г. № 1138н, регистрационный номер 740 [17].

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Токарь-расточник» 5 разряда представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Обработка сложных заготовок и узлов на универсальных расточных станках	Код	D	Уровень квалификации	4
Возможные наименования должностей	Токарь-расточник 5-го разряда				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих; Профессиональное обучение – программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, программы переподготовки рабочих, программы повышения квалификации рабочих				
Требования к опыту практической работы	Не менее двух месяцев работы по обработке сложных заготовок и узлов на специализированных координатно-расточных и алмазно-расточных станках				
Особые условия допуска к работе	Прохождение инструктажа по охране труда и пожарной безопасности на рабочем месте. При необходимости использования грузоподъемного оборудования для установки и снятия деталей необходимо прохождение обучения по выполнению работ с использованием грузоподъемного оборудования, с отметкой о периодическом (или внеочередном) прохождении проверок знаний производственных инструкций Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством РФ				

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						65

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 26.

Таблица 26 - Трудовые функции

Обработка сложных заготовок и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей с точностью 6–7 квалитет на универсальных расточных станках	D/01.4
Контроль параметров сложных деталей и узлов с помощью контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,0075 мм, и калибров, обеспечивающих погрешность не менее 0,015	D/02.4

Выбрана трудовая функция D/01.4 «Обработка сложных заготовок и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей с точностью 6–7 квалитет на универсальных расточных станках», ее анализ приведен в таблице 27.

Таблица 27 - Анализ трудовой функции D/01.4

Наименование	Обработка сложных заготовок и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей с точностью 6–7 квалитет на универсальных расточных станках	Код	D/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
1	2				
Трудовые действия	Подготовка и обслуживание рабочих мест по стадиям технологического процесса				
	Выполнение технологических операций при обработке сложных деталей и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей по 6–7 квалитетам на универсальных расточных станках				
	Обработка деталей и узлов с выверкой в нескольких плоскостях с применением стоек, борштанг, летучих суппортов и фрезерных головок				
	Нарезание резьбы различного профиля и шага				
	Координатное растачивание отверстий в приспособлениях и без них с передвижением по координатам при помощи индикаторов и микрометрических плиток				
	Растачивание отверстий на алмазно-расточных станках всех типов в сложных деталях по 6 квалитету				
	Установка деталей в различных приспособлениях, универсальных патронах, на угольнике и на планшайбе с точной выверкой по индикатору не более 0,02 мм				

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					66

Продолжение таблицы 27

1	2
Необходимые умения	Подготавливать и содержать рабочие места по стадиям технологического процесса в соответствии с требованиями охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
	Подготавливать инструмент и приспособления, выполнять обработку и измерения наружных и внутренних поверхностей с труднодоступными для обработки и измерений местами
	Фрезеровать плоскости, замки, растачивать отверстия с подрезанием торцов по заданным координатам корпусов, головок, конусных и сферических узлов
	Производить окончательное растачивание отверстий под подшипники корпусов редукторов с пересекающимися осями отверстий
	Производить окончательное растачивание корпусов опорных подшипников диаметром свыше 400 мм, шатунов главных паровых машин с расстоянием между центрами свыше 1800 мм, блоков цилиндров двигателя, корпусов поплавковых клапанов
	Производить разметку и нанесение точных рисок на шкалы и нониусы
	Растачивать и фрезеровать пазы «ласточкин хвост» шаблонов штамповочных молотов
	Растачивать отверстия шестерен порталных кранов со смещенным отверстием для цапфы кривошипно-шатунного механизма
	Растачивать рамы тележек мостовых электрических кранов, приспособления многоместные и штампы многопусковые
	Сверлить, растачивать отверстия, фрезеровать пазы панелей электрических
	Растачивать отверстия в плоскостях, расположенных под различными углами кондукторов
	Производить окончательное растачивание отверстий для нарезания резьбы корпусов компрессоров
	Растачивать отверстия под запрессовку подшипников качения корпусов многошпиндельных головок
	Производить разметку, сверление и растачивание отверстий калибров и различных приспособлений
	Растачивать вкладыши после заливки клетей шестеренных прокатных станов
	Производить разметку рабочего корпуса, сверлить и растачивать сложные матрицы для штампов, пресс-формы, формы для литья под давлением
	Производить окончательное растачивание отверстий корпусов передних бабкок металлорежущих станков
	Растачивать и подрезать суппорты крупных токарных, фрезерных и других станков
	Размечать, сверлить и растачивать сложные шаблоны и лекала для распределительных кулачков и копиров

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764 ПЗ

Лист

67

## Окончание таблицы 27

1	2
Необходимые знания	Правила содержания рабочих мест, требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
	Конструктивные особенности и правила проверки на точность расточных станков различных конструкций, универсальных и специальных приспособлений
	Геометрия, правила термообработки, заточки и доводки различного режущего инструмента
	Способы достижения установленной точности и чистоты обработки
	Правила определения режима резания по справочникам и паспорту расточного станка
Другие характеристики	-

## 5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Анализ содержания профессиональной деятельности оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н, регистрационный номер 131 [16]:

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор обрабатывающих центров» 4 разряда представлены в таблице 28.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										68
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Таблица 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Код	А	Уровень квалификации	2
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	-				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

Трудовая функция «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А/01.2- А/07.2 и принадлежит второму уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 29.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										69

Таблица 29 - Трудовые функции

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2
Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2
Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2
Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел тех.контроля(ОТК)	A/04.2
Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2
Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2

Выбрана трудовая функция A/01.2 - «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам» ее анализ приведен в таблице 30.

Таблица 30 - Анализ трудовой функции A/01.2

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров				
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)				
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов				
Необходимые умения	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции				
	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента				
	Пользоваться встроенной системой измерения детали				
	Отслеживать состояние и износ инструмента				
	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок				
	Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей				
	Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты				
	Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ				

Инь. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки токаря-расточника в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

### 5.3. Анализ рабочей программы

Учебным планом предусмотрено изучение 7 тем. По окончании образовательной программы учащиеся сдают экзамен.

Общая трудоемкость программы «Оператор станков с ЧПУ» составляет 112 часов, состоит из 3 разделов и представлена в таблице 31.

Таблица 31– Учебный план

№ п/п	Название дисциплин	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Теория	Практические занятия (лабораторные работы)	
1.	Теоретическое обучение	66	34	32	
	1. Устройство металлорежущих станков с программным управлением. Механическая и электромеханическая наладка станка	8	8	-	Зачет
	2. Подналадка, проверка на точность и работоспособность обрабатывающих центров с ЧПУ	8	4	4	Зачет
	3. Заточка, доводка и установка универсального и специального режущего инструмента на обрабатывающие центры с ЧПУ	8	4	4	Зачет
	4. Универсальные и специальные приспособления, контрольно-измерительные инструменты, приборы и инструменты	8	4	4	Зачет
	5. Параметры и установки системы ЧПУ станка	10	4	6	Зачет
	6. Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ	12	6	6	Зачет
	7. Осуществление обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Зачет
2.	Практическое обучение	42	-	42	Зачет
3.	Квалификационный экзамен	4			Экзамен
	ИТОГО:	112			

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						72



Выбрана тема «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ». Тематический план изучения данной темы состоит из 3 разделов, представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Тематический план изучения программы

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	В том числе:		Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	
1	Структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ	2	2	0	Тестирование
2	Основы программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ	4	4	0	Тестирование
3	Разработка УП	6	0	6	Выполнение практической работы
	Итого:	12	6	6	Зачет

В соответствии с тематическим планом изучения программы «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ» на лекции отводится 6 часов, на практические занятия – 6 часов.

Выбран 2 раздел «Основы программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ». Перспективно-тематический план изучения данной темы приведен в таблице 33.

Далее в дипломном проекте приведен план конспект урока теоретического обучения на тему «Основные команды программирования обработки».

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										73

Таблица 33 - Перспективно-тематический план темы «Основы программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ»

Номер урока п/п	Тема урока (занятия)	Цели урока (занятия)	Методы обучения	Тип урока (занятия)	Вид занятия	Способ организации	ДС и ВСО	МПС и ВПС	Д/З
1 урок	«Основные команды программирования обработки». (2 часа.)	<b>Образовательная цель:</b> формирование знаний у слушателей об основных командах используемых при построении УП <b>Развивающая цель:</b> развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы <b>Воспитательная цель:</b> воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению	Рассказ, беседа, объяснение	Лекция, ориентированная на усвоение новых знаний	Групповые	Лекция-монолог с применением мультимедийных технологий	Ноутбук, мультимедиа-проектор, слайды, таблицы, доска, мел.	<b>Теоретическое обучение . Тема:</b> «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ».	Перечитать концепт, выучить новые понятия и формулировки.
2 урок	«Основы программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ». (2 часа.)	<b>Образовательная цель:</b> - формирование знаний у слушателей об основах программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ; <b>Развивающая цель:</b> развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы; <b>Воспитательная цель:</b> воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению	Рассказ, беседа, объяснение	Лекция, ориентированная на усвоение новых знаний	Групповые	Лекция-монолог с применением мультимедийных технологий	Ноутбук, мультимедиа-проектор, слайды, таблицы, доска, мел.	<b>Теоретическое обучение . Тема:</b> «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ».	Перечитать концепт, выучить новые понятия и формулировки.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

#### 5.4. Разработка урока теоретического обучения

Тема занятия: «Основные команды программирования обработки».

Цели:

Образовательная: Формирование знаний у слушателей об основных командах используемых при построении УП;

Развивающая: Развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;

Воспитательная: Воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению.

Тип урока: лекция, ориентированная на усвоение новых знаний

Метод обучения: рассказ, беседа, объяснение

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиапроектор, слайды, таблицы, доска, мел.

Продолжительность урока: 90 минут. Занятие проходит в учебном классе.

Ход урока представлен в таблице 34.

Таблица 34 - Деятельность преподавателя и учащегося на уроке (рассчитана на 2 академических час)

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие учащихся Проверка присутствующих	5	Приветствие преподавателя.
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока.	5	Слушают. Запись темы урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают.
4	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы и анализирует ответы обучаемых. Дополняет и при необходимости поправляет.	15	Предполагаемые ответы
5	Сообщение нового учебного материала	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	45	Слушают, конспектируют, изучают слайды
6	Закрепление новых знаний	Тестирование Раздаёт вопросы теста	15	Отвечают на вопросы, сдают преподавателю

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										75

*Организационная часть:* Поприветствовать учащихся. Сообщить тему занятия: «Основные команды программирования обработки» и план изложения нового материала:

- адреса программного обеспечения УЧПУ SINUMERIK 810/840D
- основные команды программирования с адресом G
- вспомогательные команды с адресом M
- описание основных команд

*Мотивация учащихся:* Тема «Основные команды программирования обработки» очень важна оператору станков с ЧПУ для дальнейшего применения в практической работе.

*Вопросы для актуализация опорных знаний:*

1. Что такое управляющая программа?
2. Структура управляющей программы.
3. Понятия: «кадр», «слово», «функция».

*Изложение нового учебного материала:*

Основные команды программирования обработки приведены для программного обеспечения УЧПУ SIEMENS SINUMERIK 810/840D [18].

В данной системе используются следующие адреса:

C - фаска;

F - скорость подачи, шаг резьбы;

G – функция траектории, подготовительная функция;

H - номер адреса значения коррекции в регистре сдвигов (OFFSET);

I J K – параметры окружности, масштабный коэффициент, также количество повторов цикла, зеркальные оси;

M - вспомогательная функция;

N - номер кадра от 1 до 9999;

O - номер программы от 1 до 9999;

P - пауза, вызов подпрограммы;

Q - глубина врезания или величина сдвига в цикле;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										76

R - радиус, величина отвода в цикле;

S - скорость вращения шпинделя;

T - вызов инструмента;

X,Y,Z - позиционные данные в абсолютных значениях (X также время выдержки).

Основные команды записываются с адресом G, представлены в таблице 35, вспомогательные команды с адресом M - в таблице 36.

Таблице 35 – Основные команды в SINUMERIK 810/840D

Значение	Команда
1	2
G0	Быстрое перемещение
G1	Рабочее перемещение
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G4	Время выдержки
G9	Точный останов не модально
G17	Выбор рабочей плоскости XY
G18	Выбор рабочей плоскости XZ
G19	Выбор рабочей плоскости YZ
G25	Минимальное программируемое ограничение рабочей зоны, программируемое ограничение скорости вращения шпинделя
G26	Максимальное программируемое ограничение рабочей зоны, программируемое ограничение скорости вращения шпинделя
G40	Коррекция на радиус инструмента OFF
G41	Коррекция на радиус инструмента ON вправо
G42	Коррекция на радиус инструмента ON влево
G53	Отмена устанавливаемого сдвига нуля
G54-G57	Устанавливаемый сдвиг нуля
G60	Точный останов модально
G63	Нарезание внутренней резьбы без синхронизации
G64	Режим контурной обработки
G70	Система ввода: дюймовая
G71	Система ввода: метрическая
G90	Абсолютные размеры
G91	Размеры с приращениями
G91	Подача в мм/мин, дюйм/мин
G96	Постоянная скорость резания ON
G97	Постоянная скорость резания OFF

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764 ПЗ

Таблице 36 – Вспомогательные команды в SINUMERIK 810/840D

Значение	Команда
M0	Программируемый останов
M1	Останов по дополнительному заданию
M2	Конец программы
M3	Включение шпинделя по часовой стрелке
M4	Включение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов шпинделя
M6	Смена инструмента
M8	Включение подачи СОЖ
M9	Выключение подачи СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M30	Конец программы

Рабочие движения: G0, G1 - линейная интерполяция (прямоугольная система координат) с запрограммированной скоростью подачи F, например при обработке детали. (G0 - перемещение с быстрой подачей, например, для быстрого позиционирования, G1 - перемещение инструмента с рабочей скоростью).

Круговая интерполяция программируется с использованием команд G2, G3, CIP. Функция G2 означает круговую интерполяцию по часовой стрелке, G3 - против часовой стрелки.

Программирование времени выдержки выполняют командой G4 в формате следующих кадров: N... G04 F...; N... G04S... [U] ,где F - время выдержки в секундах, S - время выдержки в количестве оборотов главного шпинделя. Инструмент будет остановлен в крайнем рабочем положении (притупляются острые кромки, выполняются переходы очистки сверла, зачистка дна канавки, точное позиционирование).

Примечание. Время выдержки начинается с того момента, когда скорость подачи предшествующего кадра становится равной нулю. F и S используются как временные значения только в кадре G4.

Режим контурной обработки программируется командой G64.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.764 ПЗ</div>	Лист				
						78				
						Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Выбор рабочей плоскости обеспечивают команды G17, G18, G19 в формате кадра N... G17/ G18/ G19, где G17 - плоскость XY: плоское торцовое фрезерование, осевое сверление с использованием оригинальных циклов Siemens; G18 - плоскость ZX: контурное точение; G19 - плоскость YZ: контурное фрезерование на поверхности, радиальное сверление с использованием оригинальных циклов Siemens.

Программирование ограничения рабочей зоны выполняют командами G25, G26. Команды G25/G26 ограничивает зону обработки, в которой может выполняться перемещение инструмента. При установке рабочей зоны, может быть определена зона безопасности для движений режущего инструмента.

Команды G25 и G26 должны программироваться в отдельном кадре управляющей программы.

Нарезание резьбы программируется командой G33 в формате кадра N... G33 X... Z... I/K..., где I/K - шаг резьбы, мм; Z - глубина резьбы, мм. Возможна обработка прямой, конической и винтовой резьб. Для шага резьбы I или K должно быть введено направление резьбы (продольное или торцовое). Возможно также выполнение программы накатывания резьбы.

Коррекция инструмента на радиус программируется командами G40 - G42. Команда G40 - коррекция на радиус инструмента (ВЫКЛЮЧЕНО), G41 - коррекция на радиус инструмента (ВЛЕВО), G42 - коррекция на радиус инструмента (ВПРАВО).

При перемещении резца одновременно по обеим осям X и Z позиция теоретической вершины резца не соответствует позиции реальной вершины резца. У детали возникают погрешности размера, причем максимальная погрешность образуется при отсутствии коррекции на радиус резца и движении под углом 45°. При использовании коррекции на радиус резца система управления автоматически выполняет компенсацию этих погрешностей. Коррекция на радиус инструмента отменяется при помощи команды G40. Отмена возможна только в сочетании с прямолинейным движением (G00, G01).

Инв. № подл.	Подпись и дата				Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	<div>ДП 44.03.04.764 ПЗ</div> <div>Лист 79</div>
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

Команда G40 на отмену коррекции режущего инструмента может быть запрограммирована в одном кадре с G00, G01 или в предшествующем кадре. G40 обычно программируется с отводом в точку смены инструмента.

Когда инструмент находится слева от обрабатываемого контура (смотреть в направлении подачи), нужно программировать G41.

Когда инструмент находится справа от обрабатываемого контура программировать G42. Примечание. Прямая замена G41 - G42 недопустима, сначала следует выполнить отмену коррекции инструмента функцией G40.

Размеры в дюймах программируют командой G70, а размеры в метрической системе - G71 (например: информация о траектории - X,Y,Z; шаг резьбы; полярный радиус – RP). Все другие значения, например скорости подачи, коррекции на размеры инструмента или устанавливаемые сдвиги нуля, вычисляются в единицах, предварительно установленных в машинных данных.

Характеристики подачи программируют командами G94, G95. После каждого изменения G93 - G95 скорость подачи F необходимо программировать заново. Скорость подачи (мм/мин) программируется командой G94. При программировании движения суппорта в направлении осей X, Z адрес F (скорость подачи) имеет единицы измерения миллиметры в минуту. Основное применение скорости подачи (мм/мин) - технологические операции фрезерования. Скорость подачи (мм/об) программируется словом G95. При движении суппорта в направлении осей X, Z адрес F - это скорость подачи в миллиметрах на оборот шпинделя.

Если команда G95 не запрограммирована, то следует запрограммировать скорость подачи F. Основное применение скорости подачи F в миллиметрах на оборот - выполнение технологических операций токарной обработки.

Постоянную скорость резания программируют командами G96, G97, LIMS. Командой G96 активируют постоянную скорость резания. Адрес S - скорость резания в метрах в минуту.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										80
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						



Командой G97 активируют выключение постоянной скорости резания. LIMS означает ограничение скорости вращения шпинделя при программировании команды G96.

При активированной команде G96 скорость вращения шпинделя в зависимости от диаметра обрабатываемой поверхности детали автоматически изменяется так, чтобы скорость резания  $S$  (м/мин) оставалась постоянной на режущей кромке инструмента. Таким образом повышается равномерность нагрузки на инструмент и стабилизируется шероховатость поверхности обработанных деталей.

В приложении Г приведены слайды для проведения урока по теме «Основные команды программирования обработки»

*Вопросы для тестирования:*

1. Адрес N определяет?
  - a) скорость главного движения
  - b) функция инструмента
  - c) номер кадра
  - d) функция подачи
2. Адрес T определяет?
  - a) номер кадра
  - b) функция инструмента
  - c) скорость главного движения
  - d) функция подачи
3. Адрес S определяет?
  - a) функция инструмента
  - b) функция подачи
  - c) скорость главного движения
  - d) номер кадра
4. Адрес F определяет?
  - a) номер кадра
  - b) скорость главного движения
  - c) функция инструмента
  - d) функция подачи
5. По какому адресу указывается размер фаски?
  - a) C
  - b) Q
  - c) P
  - d) R

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	2. Адрес Т определяет?	a) номер кадра	b) функция инструмента	
					c) скорость главного движения	d) функция подачи		
					3. Адрес S определяет?	a) функция инструмента	b) функция подачи	
					c) скорость главного движения	d) номер кадра		
					4. Адрес F определяет?	a) номер кадра	b) скорость главного движения	
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	c) функция инструмента	d) функция подачи		
					5. По какому адресу указывается размер фаски?	a) C	b) Q	
					c) P	d) R		

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
						81

6. Какую функцию выполняет команда G1?
- a) режим контурной обработки      b) выбор рабочей плоскости XY
- c) рабочее перемещение      d) круговая интерполяция по часовой стрелке
7. Какую функцию выполняет команда G64?
- a) режим контурной обработки      b) выбор рабочей плоскости XY
- c) рабочее перемещение      d) круговая интерполяция по часовой стрелке
8. Какую функцию выполняет команда G2?
- a) режим контурной обработки      b) выбор рабочей плоскости XY
- c) рабочее перемещение      d) круговая интерполяция по часовой стрелке
9. Какую функцию выполняет команда G17?
- a) режим контурной обработки      b) выбор рабочей плоскости XY
- c) рабочее перемещение      d) круговая интерполяция по часовой стрелке
10. Какую функцию выполняет команда M00?
- a) включение охлаждения      b) конец программы
- c) программируемый останов      d) выключение охлаждения
11. Какую функцию выполняет команда M02?
- a) выключение охлаждения      b) конец программы
- c) включение охлаждения      d) программируемый останов
12. Какую функцию выполняет команда M08?
- a) включение охлаждения      b) конец программы
- c) программируемый останов      d) выключение охлаждения
13. Какую функцию выполняет команда M09?
- a) программируемый останов      b) конец программы
- c) включение охлаждения      d) выключение охлаждения
14. Что означает параметр F в кадре: N... G01 F...?
- a) шаг резьбы      b) длина перемещения
- c) скорость подачи      d) время выдержки

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										82

15. Что означает параметр F в кадре: N... G04 F...

- a) шаг резьбы                      b) длина перемещения  
c) скорость подачи                d) время выдержки

16. Что обозначает число 500 в кадре: N50 G1 Z3 F500?

- а) время обработки детали                      б) заданную частоту вращения шпинделя  
в) скорость подачи                                      г) расстояние перемещения

17. Какой командой отменяется команда G60?

- [illegible]

18. Выбор рабочей плоскости обеспечивают команды?

- a) G00-G03                      b) G17-G19  
c) G40-G42                      d) G70- G71

*Ответы на тест:*

1c, 2b, 3c, 4d, 5a, 6c, 7a, 8d, 9b, 10c, 11b, 12a, 13d, 14c, 15d, 16c, 17a, 18b.

*Вывод:* В методической части дипломного проекта был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации токарей-расточников 5разряда на операторов станка с ЧПУ 4разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ» а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
<p>профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации токарей-расточников 5разряда на операторов станка с ЧПУ 4разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ» а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.</p>				
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ДП 44.03.04.764 ПЗ				Лист
				83

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана технология изготовления корпуса насоса, с применением современного оборудования и режущих инструментов. В проекте проведено экономическое обоснование предложенного варианта технологического процесса, а также разработана методика обучения рабочих профессии «Оператор станков с ЧПУ».

В технологическом процессе предусмотрено все основные операции перенести на многоцелевой обрабатывающий центр Hermle C32-5ax с ЧПУ, на котором можно обрабатывать заготовки одновременно по 5 осям, при помощи наклонно-поворотных столов с ЧПУ, что позволяет выполнять все операции за один установ. Это значительно, примерно в 2 раза сократило по сравнению с обработкой на универсальных станках время обработки и, соответственно, количество рабочих и экономические затраты.

Изготовление детали по разработанной в дипломном проекте технологии позволит уменьшить затраты на изготовление по сравнению с использованием универсальных станков, годовая экономия составила 64 тыс.р.; повысить качество изготовления детали, а применение штампованной заготовки кроме того сократит массу детали в 1,5 раза.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										84
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 2006. 650 с.
2. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982, - 737с.
3. Бородин Н.В., Бушков Г.Ф. Дипломное проектирование. Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, - 2011г. - 90с.
4. Гжиров Р.И., Серебренников П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние - 1990.- 588 с.:ил.
5. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. - Минск: Высшейш.шк., 1975. - 288 с.: ил.
6. ГОСТ 14205-83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
7. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.
8. Козлова, Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов / Т. А. Козлова ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург : Издательство РГПТУ, 2012. - 138с.
9. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ: справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. И. Байков. Москва: Машиностроение, 1990. 512 с.
10. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник. - 2-е изд., испр. СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 512 с.: ил.
11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатации станков с ЧПУ: учебное пособие / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. 79с.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Инв. № дубл.	Взамен. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	определения.														
									7. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.														
									8. Козлова, Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов / Т. А. Козлова ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2012. - 138с.														
									9. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ: справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. И. Байков. Москва: Машиностроение, 1990. 512 с.														
								10. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник. - 2-е изд., испр. СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 512 с.: ил.															
								11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатации станков с ЧПУ: учебное пособие / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. 79с.															
<table> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3" rowspan="2">ДП 44.03.04.764 ПЗ</td><td>Лист</td> </tr> <tr> <td>Изм</td><td>Лист</td><td>№ документа</td><td>Подпись</td><td>Дата</td><td>85</td> </tr> </table>														ДП 44.03.04.764 ПЗ			Лист	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	85
					ДП 44.03.04.764 ПЗ			Лист															
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата				85															





ЛИСТ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист
										88
										Изм



ПЕРЕЧЕНЬ ЛИСТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов	Прим.
1. Чертеж заготовки «Корпус насоса»	ДП 44.03.04.764.01	A2	1	
2. Чертеж детали «Корпус насоса»	ДП 44.03.04.764.02	A1	1	
3. Иллюстрации технологических эскизов для программной операции	ДП 44.03.04.764.03	A1	3	

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

## УП НА ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР HERMLE C32(5ax) ДЛЯ ДЕТАЛИ «КОРПУС НАСОСА»

;%_N_KORPUS _MPF; HERMLE C32(5ax) ; ----- <b>GABARIT</b> ----- ; *** RAZMER 78 *** N25 T="FR50" N30 M6 N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1 N45 G64 SOFT N45 S3820 M3 ;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,90,-90,0,0,0,0,-1); N30 M8 N35 G0 Z50 N40 X79 Y0 N45 Z8 N50 G1 Z3 F2865 N55 X-79 N60 G0 Z50 N65 X79 N70 Z7 N75 G1 Z2 F2865 N80 X-79 N85 G0 Z50 N90 X79 N95 Z6 N100 G1 Z1 F2865 N105 X-79 N110 G0 Z50 N115 X79 N120 Z5 N125 G1 Z0 F2865 N130 X-79 N135 G0 Z50 N65 G75 Z1 ; N20 CYCLE800(1,"HERMLE", 100000,39,0,0,0,270,- 90,0,0,0,0,-1); N35 G0 Z128 N40 X79 Y0 N45 Z86 N50 G1 Z81 F2865 N55 X-79	N60 G0 Z128 N65 X79 N70 Z85 N75 G1 Z80 F2865 N80 X-79 N85 G0 Z128 N90 X79 N95 Z84 N100 G1 Z79 F2865 N105 X-79 N110 G0 Z128 N115 X79 N120 Z83 N125 G1 Z78 F2865 N130 X-79 N135 G0 Z128 N65 G75 Z1 ; *** RAZMER 98 *** ;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,180,-90,0,0,0,0,-1); N35 G0 Z100 N40 X52.5 Y0 N45 Z58 N50 G1 Z53 F2865 N55 X-22.5 N60 G0 Z100 N65 X52.5 N70 Z57 N75 G1 Z52 F2865 N80 X-22.5 N85 G0 Z100 N90 X52.5 N95 Z56 N100 G1 Z51 F2865 N105 X-52.5 N110 G0 Z100 N115 X22.5 N120 Z55 N125 G1 Z50 F2865 N130 X-52.5 N135 G0 Z100 N140 X22.5 N145 Z54 N150 G1 Z49 F2865 N155 X-52.5 N160 G0 Z100 N65 G75 Z1 N710 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,0,0,0,0,-1) N300 CYCLE800 N325 M9 N330 M5 N335 M0	N155 X-22.5 N160 G0 Z100 N65 G75 Z1 ;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,-90,0,0,0,0,-1); N35 G0 Z100 N40 X22.5 Y0 N45 Z58 N50 G1 Z53 F2865 N55 X-52.5 N60 G0 Z100 N65 X22.5 N70 Z57 N75 G1 Z52 F2865 N80 X-52.5 N85 G0 Z100 N90 X22.5 N95 Z56 N100 G1 Z51 F2865 N105 X-52.5 N110 G0 Z100 N115 X22.5 N120 Z55 N125 G1 Z50 F2865 N130 X-52.5 N135 G0 Z100 N140 X22.5 N145 Z54 N150 G1 Z49 F2865 N155 X-52.5 N160 G0 Z100 N65 G75 Z1 N710 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,0,0,0,0,-1) N300 CYCLE800 N325 M9 N330 M5 N335 M0
--	--	--

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата		Лист
					ДП 44.03.04.764 ПЗ	90
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	(1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,0,0,0,0,-1) N300 CYCLE800 N325 M9 N330 M5 N335 M0 ; ; *** CENTR ***; N25 T="CENTR" N30 M6 N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1 N45 G64 SOFT N45 S1910 M3 ;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,70,0,0,0,0,-1); N30 M8 N35 G0 Z96 N40 X-51 Y-.225 N45 G0 F191 N50 MCALL CYCLE81 (49.7,44.7,5, ,1) N55 X-51 Y-.225 N60 MCALL N65 G0 Z96	(1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,0,0,0,0,-1) N300 CYCLE800 N325 M9 N330 M5 N335 M0 ; *** OTV D4.05 ***; N25 T="SV_4.05" N30 M6 N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1 N45 G64 SOFT N45 S1580 M3 ;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,70,0,0,0,0,-1); N30 M8 N35 G0 Z96 N40 X-51 Y-.225 N45 G0 F158 N50 MCALL CYCLE81	N60 F95 N50 MCALL CYCLE83 (15.7,10.7,5, ,33.991, ,2,0,0,0,1,1, ,0,0,0,0) N55 X-51 Y-.225 N60 MCALL N65 G0 Z96 N65 G75 Z1 N710 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,0,0,0,0,-1) N300 CYCLE800 N325 M9 N330 M5 N335 M0 ; *** REZBA M6 ***; N25 T="TAP_M6" N30 M6 N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1 N45 G64 SOFT N45 S159 M3 ;N20 CYCLE800 (1,"HERMLE",100000,39,0 ,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);
					ДП 44.03.04.764 ПЗ		
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

; - **KOSOE OTVERSTIE--**  
;     \*\*\* D9 \*\*\*  
N25 T="FR\_6"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0  
PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S8000 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z96  
N40 X-51 Y-.225  
N45 Z50.7  
N50 G1 Z45.7 F238  
N55 G41 Y-1.725  
N60 G3 X-51 Y-1.725 Z44.7  
IO J1.5 TURN=3  
N100 G3 X-51 Y-1.725 IO  
J1.5  
N105 G1 G40 Y-.225  
N110 G0 Z96  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0 ;  
;     \*\*\* CENTR \*\*\*;  
N25 T="CENTR"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0  
PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S1910 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z96  
N40 X-51 Y-.225  
N45 G0 F191  
N50 MCALL CYCLE81  
(49.7,44.7,5, ,1)  
N55 X-51 Y-.225  
N60 MCALL  
N65 G0 Z96

N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0  
;     \*\*\* OTV D5 \*\*\*;  
N25 T="SV\_5"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0  
PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S1280 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z96  
N40 X-51 Y-.225  
N45 G0 F128  
N50 MCALL CYCLE81  
(49.7,44.7,5, ,10.002)  
N55 X-51 Y-.225  
N60 MCALL  
N65 G0 Z96  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0  
;     \*\*\* OTV D4.05 \*\*\*;  
N25 T="SV\_4.05"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0  
PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S1580 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z96  
N40 X-51 Y-.225  
N45 G0 F158  
N50 MCALL CYCLE81

(41.2,36.2,5, ,26.717)  
N55 X-51 Y-.225  
N60 MCALL  
N65 G0 Z96  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0  
;     \*\*\* OTV D3.3 \*\*\*;  
N25 T="SV\_3.3"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0  
PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S970 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z96  
N40 X-51 Y-.225  
N45 G0 F95  
N50 MCALL CYCLE83  
(15.7,10.7,5, ,33.991,  
,2,0,0,0,1,1, ,0,0,0,0)  
N55 X-51 Y-.225  
N60 MCALL  
N65 G0 Z96  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0  
;     \*\*\* REZBA M6 \*\*\*;  
N25 T="TAP\_M6"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0  
PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S159 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0  
,0,0,0,70,0,0,0,0,-1);





Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	N40 X-23.5 I0	N325 M9	N45 Z-5
					N45 Z-16	N330 M5	N50 G1 Z-10 F100
					N50 G1 Z-21 F2785	N335 M0	N55 X15.45
					N55 G41 X-21	;*** FASKA d28 UG30 ***;	N60 G3 X15.45 Y0 I9.05 J0
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	N60 G3 X-21 Y0 Z-54 I-4.5	N25 T="FR_12_60"	N65 G1 X24.5
					J0 TURN=40	N30 M6	N70 Z50
					N720 G3 X-21 Y0 I-4.5 J0	N40 G0 G90 G17 A0 C0	N75 G0 X-25.5
					N725 G1 G40 X-25.5	PRIV1	N80 Z-5
					N730 G0 Z50	N45 G64 SOFT	N85 G1 Z-10 F100
					N735 X24.5	N45 S1200 M3	N90 X-34.55
					N740 Z-16	;N20 CYCLE800	N95 G3 X-34.55 Y0 I9.05 J0
					N745 G1 Z-21 F2785	(1,"HERMLE",100000,39,0	N100 G1 X-25.5
					N750 G41 X29	,0,0,90,-90,0,0,0,0,-1);	N105 Z50
					N755 G3 X29 Y0 Z-54 I-4.5	N30 M8	N65 G75 Z1
					J0 TURN=40	N35 G0 Z50	N710 CYCLE800
					N1415 G3 X29 Y0 I-4.5 J0	N40 X27.51 Y0	(1,"HERMLE",100000,39,0
					N1420 G1 G40 X24.5	N45 Z-25	,0,0,0,0,0,0,0,-1)
					N1425 G0 Z50	N50 G1 Z-30 F100	N300 CYCLE800
					N65 G75 Z1	N55 X16.51	N325 M9
					N710 CYCLE800	N60 G3 X16.51 Y0 I7.99 J0	N330 M5
(1,"HERMLE",100000,39,0	N65 G1 X27.51	N335 M0					
,0,0,0,0,0,0,0,-1)	N70 Z50						
N300 CYCLE800	N75 G0 X-22.49						
N325 M9 N330 M5	N80 Z-25						
N335 M0	N85 G1 Z-30 F100						
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		ДП 44.03.04.764 ПЗ	Лист
							94
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

;\*\*\*OTV d28.5 (pM30) \*\*\*;  
N30 M8  
N35 G0 Z50  
N40 X-25.5 Y0  
N45 Z0  
N50 G1 Z-5 F2785  
N55 G41 X-19.25  
N60 G3 X-19.25 Y0 Z-20 I-6.25 J0 TURN=15  
N360 G3 X-19.25 Y0 I-6.25 J0  
N365 G1 G40 X-25.5  
N370 G0 Z50  
N375 X24.5  
N380 Z0  
N385 G1 Z-5 F2785  
N390 G41 X30.75  
N395 G3 X30.75 Y0 Z-20 I-6.25 J0 TURN=15  
N695 G3 X30.75 Y0 I-6.25J0  
N700 G1 G40 X24.5  
N705 G0 Z50  
;\*\*\*OTV d26H9 PREDV\*\*\*  
N30 M8  
N35 G0 Z50  
N40 X-25.5 Y0  
N45 Z-16  
N50 G1 Z-21 F2785  
N55 G41 X-21  
N60 G3 X-21 Y0 Z-54 I-4.5 J0 TURN=40  
N720 G3 X-21 Y0 I-4.5 J0  
N725 G1 G40 X-25.5  
N730 G0 Z50  
N735 X24.5  
N740 Z-16  
N745 G1 Z-21 F2785  
N750 G41 X29  
N755 G3 X29 Y0 Z-54 I-4.5 J0 TURN=40  
N1415 G3 X29 Y0 I-4.5 J0  
N1420 G1 G40 X24.5  
N1425 G0 Z50  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9 N330 M5  
N335 M0

; \*\*\* OTV d26H9 \*\*\*;  
N25 T="RAST\_26"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S6121 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,90,-90,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z50  
N40 X-25.5 Y0  
N45 G0 F1225  
N50 MCALL CYCLE85 (-49,-54,5, ,0,2,3,0,0,0,0)  
N55 X-25.5 Y0  
N60 X24.5  
N65 MCALL  
N70 G0 Z50  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0  
;\*\*\* FASKA d28 UG30 \*\*\*;  
N25 T="FR\_12\_60"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S1200 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,90,-90,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z50  
N40 X27.51 Y0  
N45 Z-25  
N50 G1 Z-30 F100  
N55 X16.51  
N60 G3 X16.51 Y0 I7.99 J0  
N65 G1 X27.51  
N70 Z50  
N75 G0 X-22.49  
N80 Z-25  
N85 G1 Z-30 F100

N90 X-33.49  
N95 G3 X-33.49 Y0 I7.99 J0  
N100 G1 X-22.49  
N105 Z50  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0  
; \*\*\* FASKA M30 \*\*\*;  
N25 T="FR\_12\_90"  
N30 M6  
N40 G0 G90 G17 A0 C0 PRIV1  
N45 G64 SOFT  
N45 S1200 M3  
;N20 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,90,-90,0,0,0,0,-1);  
N30 M8  
N35 G0 Z50  
N40 X24.5 Y0  
N45 Z-5  
N50 G1 Z-10 F100  
N55 X15.45  
N60 G3 X15.45 Y0 I9.05 J0  
N65 G1 X24.5  
N70 Z50  
N75 G0 X-25.5  
N80 Z-5  
N85 G1 Z-10 F100  
N90 X-34.55  
N95 G3 X-34.55 Y0 I9.05 J0  
N100 G1 X-25.5  
N105 Z50  
N65 G75 Z1  
N710 CYCLE800  
(1,"HERMLE",100000,39,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
N300 CYCLE800  
N325 M9  
N330 M5  
N335 M0







Инв. № подл.	Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взамен. инв. №		Подпись и дата		ДП 44.03.04.764 ПЗ					Лист 97	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата											

; \*\*\* OTV\_10H7 \*\*\*;  
 N25 T="FR\_T\_d8"  
 N30 M6  
 N40 G0 G90 G17 A0 C0  
   PRIV1  
 N45 G64 SOFT  
 N45 S1194 M3  
 ;N20 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,180,-90,0,0,0,0,-1);  
 N35 G0 Z100  
 N40 X15 Y.5  
 N45 Z49.4  
 N50 G1 Z44.4 F72  
 N55 G41 X16.35  
 N60 G3 X16.35 Y.5 I-1.35 J0  
 N65 G1 G40 X15  
 N70 G0 Z100  
 N65 G75 Z1  
 ;N20 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,0,-90,0,0,0,0,-1);  
 N35 G0 Z100  
 N40 X-15 Y.5  
 N45 Z49.4  
 N50 G1 Z44.4 F72  
 N55 G41 X-13.65  
 N60 G3 X-13.65 Y.5 I-1.35J0  
 N65 G1 G40 X-15  
 N70 G0 Z100  
 N65 G75 Z1  
 N710 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
 N300 CYCLE800  
 N325 M9  
 N330 M5  
 N335 M0  
 ;  
 ; ----- **TOREC 2** -----  
 ; \*\*\* 20h9 pred \*\*\*;  
 N25 T="FR\_16"  
 N30 M6  
 N40 G0 G90 G17 A0 C0  
   PRIV1  
 N45 G64 SOFT  
 N45 S6963 M3  
 ;N20 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,-90,-90,0,0,0,0,-1);

N30 M8  
 N35 G0 Z128  
 N40 X-24.5 Y0  
 N45 Z82  
 N50 G1 Z77 F2785  
 N55 G41 X-23  
 N60 G3 X-23 Y0 Z54 I-1.5  
   J0 TURN=20  
 N520 G3 X-23 Y0 I-1.5 J0  
 N525 G1 G40 X-24.5  
 N530 G0 Z128  
 N535 X25.5  
 N540 Z82  
 N545 G1 Z77 F2785  
 N550 G41 X27  
 N555 G3 X27 Y0 Z54 I-1.5  
   J0 TURN=20  
 N1015 G3 X27 Y0 I-1.5 J0  
 N1020 G1 G40 X25.5  
 N1025 G0 Z128  
 N65 G75 Z1  
 N710 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
 N300 CYCLE800  
 N325 M9  
 N330 M5  
 N335 M0  
 ; \*\*\* 20H9 \*\*\*;  
 N25 T="RAZST\_20"  
 N30 M6  
 N40 G0 G90 G17 A0 C0  
   PRIV1  
 N45 G64 SOFT  
 N45 S7958 M3  
 ;N20 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,-90,-90,0,0,0,0,-1);  
 N35 G0 Z128  
 N40 X-24.5 Y0  
 N45 G0 F1600  
 N50 MCALL CYCLE85  
   (83,78,5, ,25,2,3,0,0,0,0)  
 N55 X-24.5 Y0  
 N60 X25.5  
 N65 MCALL  
 N70 G0 Z128  
 N65 G75 Z1

N710 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
 N300 CYCLE800  
 N325 M9  
 N330 M5  
 N335 M0  
 ; \*\*\* 23H9 \*\*\*;  
 N25 T="FR\_T"  
 N30 M6  
 N40 G0 G90 G17 A0 C0  
   PRIV1  
 N45 G64 SOFT  
 N45 S6200 M3  
 ;N20 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,-90,-90,0,0,0,0,-1);  
 N30 M8  
 N35 G0 Z128  
 N40 X-24.5 Y0  
 N45 Z65.3  
 N50 G1 Z60.3 F750  
 N55 G41 X-27.6  
 N60 G3 X-27.6 Y0 I3.1 J0  
 N65 G1 G40 X-24.5  
 N70 Z57.3  
 N75 G41 X-27.6  
 N80 G3 X-27.6 Y0 I3.1 J0  
 N85 G1 G40 X-24.5  
 N90 G0 Z128  
 N95 X25.5  
 N100 Z65.3  
 N105 G1 Z60.3 F750  
 N110 G41 X28.6  
 N115 G3 X28.6 Y0 I-3.1 J0  
 N120 G1 G40 X25.5  
 N125 Z57.3  
 N130 G41 X28.6  
 N135 G3 X28.6 Y0 I-3.1 J0  
 N140 G1 G40 X25.5  
 N145 G0 Z128  
 N65 G75 Z1  
 N710 CYCLE800  
   (1,"HERMLE",100000,39,0  
   ,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
 N300 CYCLE800  
 N325 M9  
 N330 M5  
 N335 M30

## ФРАГМЕНТ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

На тему «Основные команды программирования обработки»

Слайд 1:

**Тема занятия:**  
**Основные команды программирования обработки**

**План изложения нового материала:**

- адреса программного обеспечения
- УЧПУ SINUMERIK 810/840D
- основные команды
- программирования с адресом G
- вспомогательные команды с
- адресом M
- описание основных команд



Рисунок 1– УЧПУ Модели SINUMERIK

Слайд 2:

**Адреса программного обеспечения**  
**УЧПУ SINUMERIK 810/840D**

- **C** - фаска;
- **F** - скорость подачи, шаг резьбы;
- **N** - номер кадра от 1 до 9999;
- **S** - скорость вращения шпинделя;
- **T** - вызов инструмента;
- **X,Y,Z** - позиционные данные в абсолютных значениях.



Рисунок 2– Вызов инструмента: Метчик D10

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №			
Подпись и дата			
Инов. № подл.			

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

**Перемещение инструмента:**

Рисунок 4—  
Круговая  
интерполяция

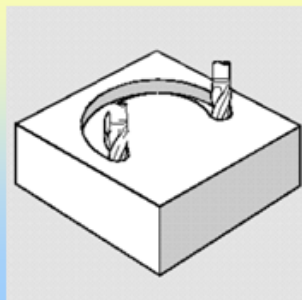
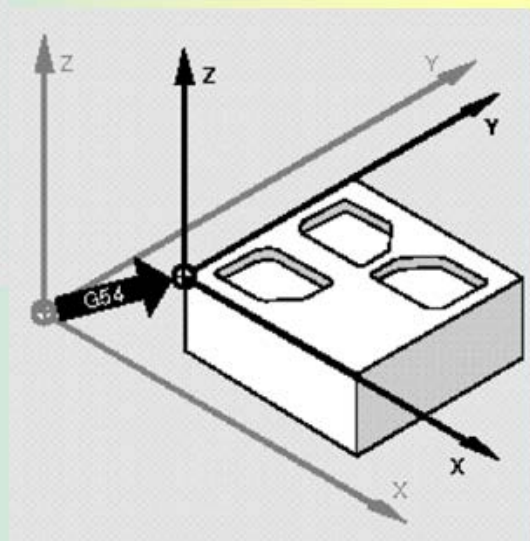


Рисунок 6 –  
Устанавливаемый сдвиг нуля



Слайд 5:

## Вспомогательные команды в SINUMERIK 810/840D

M0 - Программируемый останов  
 M1 - Останов по дополнительному заданию  
 M2 - Конец программы  
 M3 - Включение шпинделя по часовой стрелке  
 M4 - Включение шпинделя против часовой стрелки  
 M5 - Останов шпинделя  
 M6 - Смена инструмента  
 M8 - Включение подачи СОЖ  
 M9 - Выключение подачи СОЖ  
 M17 - Конец подпрограммы  
 M30 - Конец программы



Рисунок 7 – Включение подачи СОЖ

Слайд 6:

## Описание основных команд

### Рабочие движения:

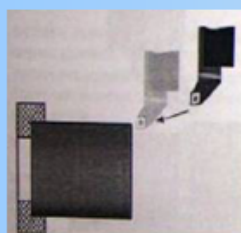


Рисунок 8 –  
Функция G0:  
Быстрое  
перемещение

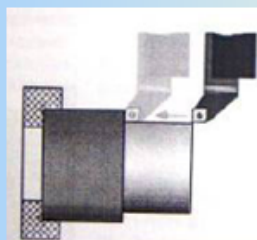


Рисунок 9 –  
Функция G1:  
Рабочее  
перемещение

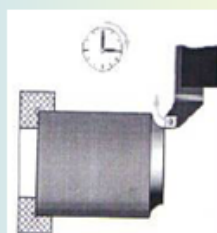


Рисунок 10 –  
Функция G2:  
Круговая  
интерполяция  
по часовой стрелке

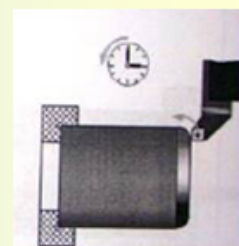


Рисунок 11 –  
Функция G3:  
Круговая  
интерполяция  
против  
часовой стрелки

Ив. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Ив. № дубл.				
Взамен. ив. №	Подпись и дата				100
	Ив. № дубл.				
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <p>Слайд 6:</p> <h2 style="color: red; margin: 0;">Описание основных команд</h2> <h3 style="color: blue; margin: 0;">Рабочие движения:</h3> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>Рисунок 8 – Функция G0: Быстрое перемещение</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>Рисунок 9 – Функция G1: Рабочее перемещение</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>Рисунок 10 – Функция G2: Круговая интерполяция по часовой стрелке</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>Рисунок 11 – Функция G3: Круговая интерполяция против часовой стрелки</p> </div> </div>					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	



Слайд 7:

### Выбор рабочей плоскости:

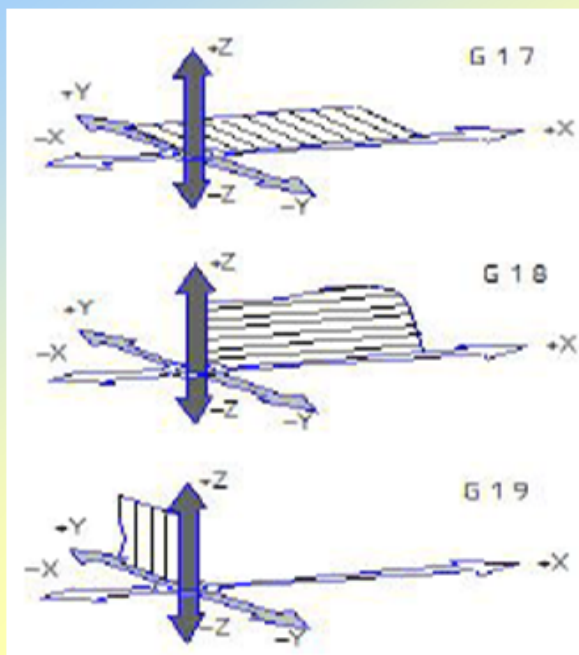


Рисунок 12 –

Выбор рабочей плоскости.

G17 - плоскость XY: плоское торцовое фрезерование, осевое сверление с использованием оригинальных циклов

Siemens;

G18 - плоскость ZX: контурное точение;

G19 - плоскость YZ: контурное фрезерование на поверхности, радиальное сверление с использованием оригинальных циклов

Siemens.

Слайд 8:

### Ограничения рабочей зоны:

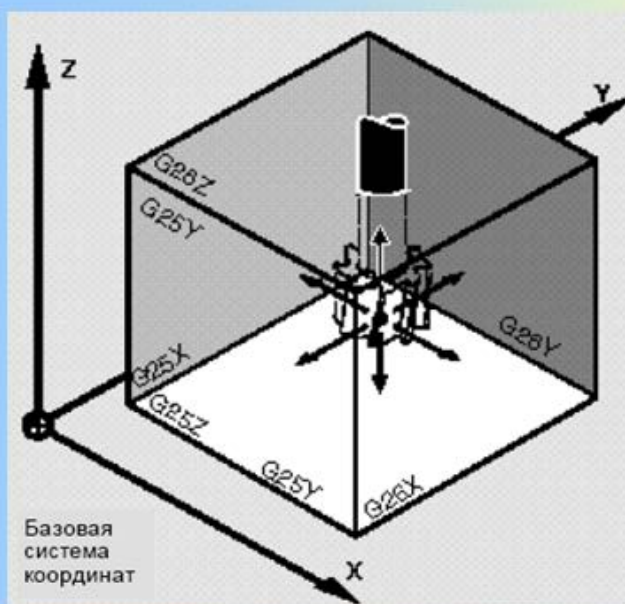


Рисунок 13 –

Программирование ограничения рабочей зоны

G25 - Минимальное программируемое ограничение рабочей зоны (нижняя граница);

G26 – Максимальное программируемое ограничение рабочей зоны (верхняя граница)

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764 ПЗ
					Лист 101

Слайд 9:

**Нарезание резьбы:**

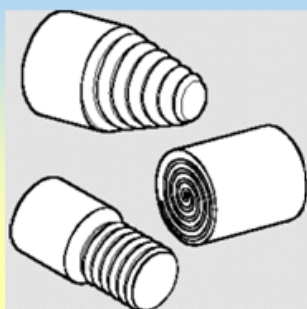


Рисунок 14 –

Функция G33:

Нарезание резьбы

Могут обрабатываться  
цилиндрическая,  
конусная или торцовая.

**Коррекция на радиус инструмента:**

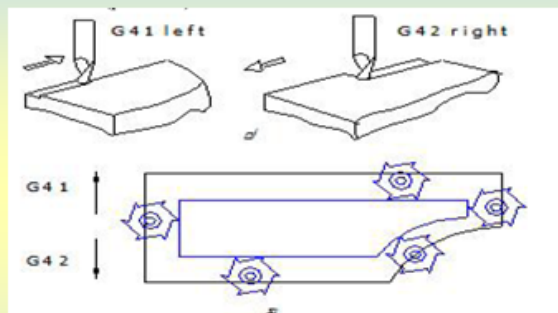


Рисунок 15 – Функция G41- G42:

Коррекция инструмента на радиус

G41- влево G42- вправо

а)прямолинейного контура  
б)криволинейного контура

Слайд 10:

**Размеры :**

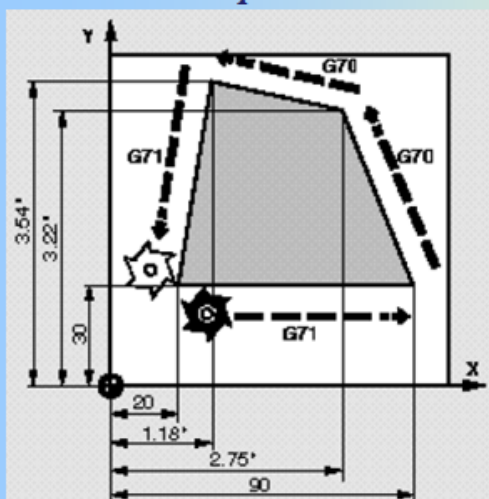


Рисунок 16 – Система ввода:

G70 – дюймовая; G71– метрическая

**Скорость резания :**

Рисунок 17 –

Постоянная скорость резания:

G96 – активация; G97– выключение;

LIMS - ограничение скорости вращения  
шпинделя при программировании  
команды G96



Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764 ПЗ

Лист 102

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ДЕТАЛИ «КОРПУС НАСОСА»**

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист	
											ДП 44.03.04.764 ПЗ
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						103	